

**ZÁKLADNÁ ŠKOLA S MATERSKOU ŠKOLOU**

**Oravská Polhora 481  
029 47 Oravská Polhora**

# **ENERGETICKÝ AUDIT**

**Zníženie energetickej náročnosti základnej školy  
s materskou školou v Oravskej Polhore**



**Vypracovaný v zmysle:**

- zákona č. 321 z 21. októbra 2014 o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- vyhlášky Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky č. 179/2015 Z. z. o energetickom audite

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'A' followed by a long horizontal stroke.

**doc. Ing. Andrej Kapjor, PhD.  
013 23 Višňové 896**

# OBSAH

<b>1</b>	<b>Identifikačné údaje .....</b>	<b>7</b>
1.1	Údaje o objednávateľovi EA .....	7
1.2	Údaje spracovateľa EA.....	7
1.3	Identifikácia predmetu energetického auditu (EA) .....	8
1.3.1	Miesto a adresa technických zariadení a budov predmetu auditu .....	8
1.3.2	Majetkoprávny vzťah objednávateľa EA .....	8
1.4	Cieľ EA .....	8
1.5	Podklady pre spracovanie EA .....	8
1.5.1	Podklady poskytnuté zadávateľom .....	8
<b>2</b>	<b>Popis súčasného stavu predmetu energetického auditu .....</b>	<b>9</b>
2.1	Charakteristika hlavnej činnosti auditovaného objektu.....	9
2.1.1	Situačný plán.....	9
2.1.2	Účel využitia budov .....	10
2.2	Údaje o energetických vstupoch a výstupoch.....	10
2.2.1	Ročná výška energetických vstupov .....	10
2.3	Priemerná spotreba energií a jednotková cena energií .....	13
2.3.1	Elektrická energia .....	13
2.3.2	Tuhé palivo - uhlie .....	14
2.4	Energetické zariadenia.....	15
2.4.1	Popis zdroja tepla .....	15
2.4.2	Profil spotreby energie .....	16
2.5	Elektrické zariadenia .....	17
2.5.1	Zdroje elektrickej energie .....	17
2.5.2	Meranie spotreby elektrickej energie .....	17
2.5.3	Spotrebiče elektrickej energie .....	18
<b>3</b>	<b>Potreba tepla na vykurovanie.....</b>	<b>20</b>

3.1	Klimatické podmienky miesta stavby .....	20
3.2	Tepelno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií pred zateplením.....	21
3.3	Pôvodný stav .....	23
3.3.1	Tepelné straty jednotlivých objektov .....	25
3.3.2	Potreba tepla na vykurovanie a TV .....	25
<b>4</b>	<b>Vyhodnotenie súčasného stavu .....</b>	<b>27</b>
4.1	Potreba energie .....	27
4.1.1	Potreba energie na vykurovanie a prípravu teplej vody .....	27
4.1.2	Zhodnotenie tepelno-technických vlastností budovy .....	28
4.1.3	Produkcia odpadového tepla .....	29
4.1.4	Vykurovacia sústava .....	29
4.2	Zhodnotenie hospodárenia s teplom .....	29
4.3	Potreba elektrickej energie .....	29
4.3.1	Spotreba osvetľovacej sústavy objektu .....	29
4.3.2	Súčasný stav posudzovaného objektu/posudzovaných objektov .....	30
4.4	Bilancia spotreby energie .....	30
<b>5</b>	<b>Návrh opatrení na zníženie spotreby energie.....</b>	<b>32</b>
5.1	Nízko nákladové opatrenia .....	32
5.1.1	Energetické manažérstvo .....	32
5.1.2	Uvedomelé chovanie pracovníkov .....	32
5.1.3	Pravidelná údržba a servis areálových rozvodov teplonosného média .....	33
5.2	Vysoko nákladové úsporné opatrenia.....	33
	Úsporné opatrenie pre posudzovaný objekt/posudzovaných objektov .....	39
5.3	Investičné náklady na realizáciu jednotlivých variantov .....	43
<b>6</b>	<b>Ekonomické hodnotenie .....</b>	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>Enviromentálne vyhodnotenie .....</b>	<b>47</b>
7.1	Výpočet množstva emisií .....	47

<b>8</b>	<b>Odporúčanie optimálneho variantu súboru opatrení.....</b>	<b>48</b>
8.1	Výber optimálneho variantu.....	48
8.2	Záver - zhrnutie výsledkov energetického auditu.....	48
<b>9</b>	<b>SUMARIZAČNÝ list energetického auditu .....</b>	<b>50</b>
<b>10</b>	<b>Prílohy.....</b>	<b>52</b>



## ZOZNAM OBRÁZKOV

OBR. 1 OBJEKT ZÁKLADNEJ ŠKOLY S MATERSKOU ŠKOLOU .....	9
OBR. 2 SITUAČNÝ PLÁN.....	9
OBR. 3 SPOTREBY TEPLA Z UHLIA V MWh/ROK ZA CELÉ POSLEDNÉ 3 ROKY.....	15
OBR. 4 ZDROJ TEPLA VO VYKUROVANOM OBJEKTE.....	16
OBR. 5 VYKUROVACIE TELESÁ V OBJEKTE .....	16
OBR. 6 PRÍPRAVA TV .....	16
OBR. 7 PROFIL ROČNEJ SPOTREBY ENERGIE ZA ROKY 2019, 2020, 2021, PRIEMERNÁ A VYPOČÍTANÁ HODNOTA SPOTREBY TEPELNEJ ENERGIE. ....	17
OBR. 8 POČET DENNOSTUPŇOV.....	21
OBR. 9 SPOTREBOVANÁ ENERGIA NA VYKUROVANIE A OHREV TEPLEJ VODY ZA POSLEDNÉ TRI ROKY A VYPOČÍTANÁ POTREBA ENERGIE NA VYKUROVANIE A OHREV TEPLEJ VODY.....	28

## ZOZNAM TABULIEK

TAB. 1	IDENTIFIKÁCIA MIESTA A ADRESY TECHNICKÝCH ZARIADENÍ A BUDOV .....	8
TAB. 2	ENERGETICKÉ VSTUPY ZA ROK 2019 .....	11
TAB. 3	ENERGETICKÉ VSTUPY ZA ROK 2020 .....	12
TAB. 4	ENERGETICKÉ VSTUPY ZA ROK 2021 .....	13
TAB. 5	SPOTREBY A NÁKLADY NA ELEKTRICKÚ ENERGIU ZA POSLEDNÉ 3 ROKY.....	14
TAB. 6	SPOTREBA TEPLA ZA POSLEDNÉ 3 ROKY V kWh .....	14
TAB. 7	ŠPECIFIKÁCIA ELEKTRICKÝCH ZARIADENÍ .....	17
TAB. 8	ZOZNAM VYUŽÍVANÝCH SVETELNÝCH ZDROJOV A SVIETIDIEL.....	19
TAB. 9	MESAČNÉ PRIEMERY TEPLÔT V JEDNOTLIVÝCH MESIACHOCH V °C .....	20
TAB. 10	PRIEMERNÉ MESAČNÉ SUMY GLOBÁLNEHO ŽIARENIA NA HORIZONTÁLNU PLOCHU (0°) V kWh/m <sup>2</sup> .....	20
TAB. 11	POČET DENNOSTUPŇOV ZA POSLEDNÉ ROKY .....	20
TAB. 12	OBVODOVÁ STENA - PÔVODNÝ STAV .....	23
TAB. 13	STENA K NEVYKUROVANÉMU PRIESTORU - PÔVODNÝ STAV .....	24
TAB. 14	STROP NAD POSCHODÍM - PÔVODNÝ STAV .....	24
TAB. 15	STROP NAD NEVYKUROVANOU KOTOLŇOU - PÔVODNÝ STAV .....	24
TAB. 16	PODLAHA NA TERÉNE - PÔVODNÝ STAV.....	25
TAB. 17	TEPELNÝ PRÍKON .....	25
TAB. 18	POTREBA TEPLA NA VYKUROVANIE A PRÍPRAVU TEPLEJ VODY PRE JEDNOTLIVÉ BUDOVY .....	26
TAB. 19	POTREBA TEPLA A POTREBA ENERGIE NA VYKUROVANIE A PRÍPRAVU TV .....	27
TAB. 20	SPOTREBA OSVETĽOVACEJ SÚSTAVY POSUDZOVANÉHO OBJEKTU/POSUDZOVANÝCH OBJEKTOV .....	30
TAB. 21	SPOTREBA OSVETĽOVACEJ SÚSTAVY SÚČASNÉHO STAVU POSUDZOVANÉHO OBJEKTU / OBJEKTOV .....	30

TAB. 22	ČÍSELNÝ UKAZOVATEĽ ENERGIE NA OSVETLENIE PRIESTOROV .....	30
TAB. 23	ZÁKLADNÁ BILANCIA SPOTREBY ENERGIE .....	31
TAB. 24	NÁVRH ZLOŽENIA KONŠTRUKCIÍ - OBVODOVÁ STENA .....	34
TAB. 25	NÁVRH ZLOŽENIA KONŠTRUKCIÍ – STENA K NEVYKUROVANÉMU PRIESTORU .....	34
TAB. 26	NÁVRH ZLOŽENIA KONŠTRUKCIÍ – STROP NAD POSCHODÍM .....	34
TAB. 27	NÁVRH ZLOŽENIA KONŠTRUKCIÍ – STROP NAD NEVYKUROVANÝM SUTERÉNOM .....	35
TAB. 28	PARAMETRE FOTOVOLTAICKÉHO PANELU .....	36
TAB. 29	PARAMETRE FOTOVOLTAICKÉHO ZDROJA ELEKTRICKEJ ENERGIE .....	36
TAB. 30	VÝPOČET ROČNEJ PRODUKcie ELEKTRICKEJ ENERGIE FOTOVOLTICKEJ ELEKTRÁRNE .....	36
TAB. 31	INVESTIČNÉ NÁKLADY – FTVE .....	37
TAB. 32	POTENCIÁLNE ÚSPORY PRE POSUDZOVANÝ OBJEKT .....	37
TAB. 33	NAVROVANÉ NÁHRADY ZA PŮVODNÉ TYPY SVIETIDIEL A SVETELNÝCH ZDROJOV .....	38
TAB. 34	SÚHRN ODPORÚČANÝCH NÁHRAD .....	38
TAB. 35	SPOTREBA OSVETĽOVACEJ SÚSTAVY POSUDZOVANÉHO OBJEKTU/POSUDZOVANÝCH OBJEKTOV – ÚSPORNÉ OPATRENIE 39	
TAB. 36	SPOTREBA OSVETĽOVACEJ SÚSTAVY POSUDZOVANÝCH OBJEKTOV PO ÚSPORNOM OPATRENÍ .....	39
TAB. 37	ČÍSELNÝ UKAZOVATEĽ ENERGIE NA OSVETLENIE PRIESTOROV .....	39
TAB. 38	ODHAD ÚSPOR ELEKTRICKEJ ENERGIE SVIETIDIEL VO VŠETKÝCH POSUDZOVANÝCH PRIESTOROCH PO VÝMENE ZA ENERGETICKY HOSPODÁRNEJŠIE – ÚSPORNÉ OPATRENIE .....	40
TAB. 39	CENNÍKOVÉ CENY ZA JEDNOTLIVÉ NÁHRADNÉ ZDROJE SVETLA .....	40
TAB. 40	INVESTIČNÉ NÁKLADY PRE POSUDZOVANÝ OBJEKT/OBJEKTY .....	40
TAB. 41	POTENCIÁLNE ÚSPORY .....	40
TAB. 42	ČÍSELNÝ UKAZOVATEĽ ENERGIE NA OSVETLENIE PRIESTOROV .....	40
TAB. 43	ZNÍŽENIE TEPELNÉHO PRÍKONU: .....	41
TAB. 44	POTREBA TEPLA NA VYKUROVANIE OBJEKTOV PO REALIZÁCIÍ TEPELNO-TECHNICKÝCH OPATRENÍ .....	41
TAB. 45	ROČNÁ POTREBA TEPLA NA VYKUROVANIE, PRÍPRAVU TV PO REALIZÁCIÍ OPATRENÍ .....	41
TAB. 46	ZNÍŽENIE SPOTREBY ENERGIE OPROTI REÁLNEJ SPOTREBE .....	42
TAB. 47	EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE PO APLIKÁCIÍ OPATRENÍ .....	42
TAB. 48	SPOTREBA ENERGIE NA VYKUROVANIE A PRÍPRAVU TEPLEJ VODY PRE JEDNOTLIVÉ BUDOVY .....	43
TAB. 49	INVESTIČNÉ NÁKLADY .....	43
TAB. 50	INVESTIČNÉ NÁKLADY .....	43
TAB. 51	VÝSLEDKY EKONOMICKÉHO VYHODNOTENIA .....	46
TAB. 52	VÝSLEDKY EKONOMICKÉHO VYHODNOTENIA – 2.ČASŤ .....	46
TAB. 53	ÚSPORY EMISÍ – ZNÍŽENIE ZAŤAŽENIA PRI JEDNOTLIVÝCH VARIANTOCH .....	47
TAB. 54	SUMARIZAČNÁ TABUĽKA HODNOTENIA .....	49

# 1 IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

## 1.1 Údaje o objednávateľovi EA

### Identifikácia objednávateľa predmetu energetického auditu

Obchodné meno :	Základná škola s materskou školou Oravská Polhora 481
Sídlo :	
Ulica, popisné číslo :	Oravská Polhora 481
PSČ, mesto :	029 47 Oravská Polhora
IČO :	37813102
DIČ :	2021678417
Štatutárny zástupca :	Mgr. Marta Jurášková, riaditeľka

### Prevádzkovateľom objektu je

Obchodné meno	Základná škola s materskou školou Oravská Polhora 481
Sídlo	
Ulica, popisné číslo	Oravská Polhora 481
PSČ, mesto	029 47 Oravská Polhora
IČO	37813102
DIČ	2021678417
Štatutárny zástupca	Mgr. Marta Jurášková, riaditeľka

## 1.2 Údaje spracovateľa EA

### Identifikácia spracovateľa energetického auditu

Názov spoločnosti/obchodné meno	KaPro Solutions s.r.o.
	Janka Kráľa 712/8
	028 01 Trstená
IČO	48 115 398
IČO DPH	SK2120062098
Identifikačné údaje energetického audítora	
Meno, priezvisko, titul	doc. Ing. Andrej Kapjor, PhD.
Trvalý pobyt	013 23 Višňové 896



### 1.3 Identifikácia predmetu energetického auditu (EA)

Predmetom EA je posúdenie energetickej efektívnosti a hospodárnosti zariadení objektu Základnej školy s materskou školou v Oravskej Polhore. EA je spracovaný v zmysle:

- zákona č. 321 z 21. októbra 2014 o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- vyhlášky Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky č. 179/2015 Z. z. o energetickom audite

#### 1.3.1 Miesto a adresa technických zariadení a budov predmetu auditu

*Tab. 1 Identifikácia miesta a adresy technických zariadení a budov*

Základná škola s materskou školou Oravská Polhora 481, 029 47 Oravská Polhora

#### 1.3.2 Majetkoprávny vzťah objednávateľ a EA

Objednávateľ EA obec Oravská Polhora je vlastníkom a prevádzkovateľom budovy základnej školy s materskou školou v Oravskej Polhore, ktorá je predmetom EA.

### 1.4 Cieľ EA

Tento energetický audit má byť mimo zákonnej povinnosti aj technickou pomocou pri rozhodovaní a smerovaní prevádzkovateľa o možných zníženiach energetickej náročnosti stavebných objektov a znížení energetickej náročnosti na prevádzkovanom technologickom zariadení. Slúži k získaniu uceleného obrazu o súčasných spôsoboch využívania energie v auditovanej spoločnosti alebo ich jednotlivých častiach, vypovedá o účelnosti spotreby energie a efektívnosti jej využívania a o lokalizáciu a veľkosť energetických strát. Energetický audit vyjadruje určité hodnotenie doterajšieho stavu a vyjadruje posudok, či a do akej miery je energetické hospodárstvo v poriadku, t. j. v súlade s kritériami požadovanými legislatívnymi predpismi a technickými normami. Poukazuje na možné efektívne znížovanie nákladov na energiu.

Audit nenavrhuje nové výrobné technológie ani nenahrádza projektovú dokumentáciu s detailným technickým riešením potrebnú k realizácii jednotlivých opatrení. Pred realizáciou komplexu navrhovaného súboru opatrení alebo len pri postupnej realizácii jednotlivých opatrení je potrebné opätovne aktualizovať a stanoviť vstupné údaje, najlepšie už z monitorovaných meraní. Skutočné náklady na realizáciu navrhovaných opatrení bude možné vyčíslit až po vypracovaní realizačných projektov, ktoré budú obsahovať výpočty.

### 1.5 Podklady pre spracovanie EA

#### 1.5.1 Podklady poskytnuté zadávateľom

Audit je vypracovaný na základe merania vonkajšej obálky budovy. Boli poskytnuté niektoré technické dokumentácie, technologické schémy, zloženia stavebných konštrukcií a iné podklady k budove.



## 2 POPIS SÚČASNÉHO STAVU PREDMETU ENERGETICKÉHO AUDITU

### 2.1 Charakteristika hlavnej činnosti auditovaného objektu

Základná škola uskutočňuje výchovu a vzdelávanie podľa Školského vzdelávacieho programu, ktorý je základným dokumentom základnej školy. Riadi sa požiadavkami školského zákona, štátneho vzdelávacieho programu, vychádza z cieľov a zamerania základnej školy.

Učiteľky v pedagogickom procese uplatňujú princíp aktivity dieťaťa. Aktivita učiteľky spočíva v premyslenom vytváraní podmienok na účinný sebarozvoj osobnosti dieťaťa. Pedagogický prístup v základnej škole sa opiera o pozitívnu výchovu, založenú na láske a dôvere k dieťaťu. V takejto výchove sa posilňuje sebaúcta, zvyšuje sebavedomie dieťaťa na základe postupne utváraného adekvátneho sebahodnotenia, ktoré je predpokladom zdravého sebavedomia.



Obr. 1 Objekt Základnej školy s materskou školou

#### 2.1.1 Situačný plán



Obr. 2 Situačný plán

## 2.1.2 Účel využitia budov

Objekt základnej školy je postavený účelovo pre poskytovanie starostlivosti a služieb pre deti prvého stupňa školskej dochádzky.

V objekte sa nachádzajú kancelárie, šatne, jedáleň, triedy, technické zázemie a pod.

Objekt má obdĺžnikový pôdorysný tvar. Stavba má 2 nadzemné podlažia. Objekt je zastrešený sedlovou strechou. Obvodové murivo je murované z keramickej tehly. Podlaha na teréne je v skladbe ťažkej podlahy. Výplne otvorov sú pôvodné plastové okná s izolačným dvojsklom. Obvodové konštrukcie, podlaha na teréne, strecha objektu a výplňové konštrukcie nespĺňajú tepelno-technické kritéria. Tepelné mosty na objekte sú nedostatočne chránené. V interiéri objektu v jeho v kútoch môžu tak vznikať plesne. Objekt je vykurovaný dvojicou stacionárnych kotlov na tuhé palivo. Teplá voda je pripravovaná lokálne v elektrických zásobníkových alebo prietokových ohrievačoch.

Ovládanie svietidiel vo všetkých objektoch je manuálne vypínačmi na stenách objektu.

Pod stavebnou obnovou sa rozumie zlepšenie tepelnotechnických vlastností stavebných obvodových konštrukcií a modernizácia technického zariadenia budov slúžiacich na vykurovanie, vetranie, osvetlenie a zásobovanie teplou úžitkovou vodou.

## 2.2 Údaje o energetických vstupoch a výstupoch

V budove základnej školy v Trstenej sa využívajú nasledovné energetické nosiče:

### ENERGETICKÉ NOSIČE

### VYUŽITIE

ELEKTRICKÁ ENERGIA



OSVETLENIE, PREVÁDZKA, TV

Eko hrášok, uhlie



VYKUROVANIE

Elektrická energia – predstavuje primárny zdroj energie pre osvetlenie, prevádzku administratívnych a technických zariadení a prípravu TV.

Uhlie – sa využíva pre vykurovanie.

### 2.2.1 Ročná výška energetických vstupov

V nasledujúcich tabuľkách sú uvedené energetické vstupy za posledné tri roky, čiže rok 2019, 2020 a 2021. V zmysle prílohy č. 1 vyhlášky MH SR č. 179/2015 Z. z. sú v tabuľkách č. 2 až č. 4 uvedené priemerné ročné energetické vstupy a výstupy v technických jednotkách a ročných finančných nákladoch za posledné tri roky. Týmto údajmi je definovaný tzv. východzí stav pre posúdenie návrhov opatrení. Vozový park sa nehodnotí.

Tab. 2 Energetické vstupy za rok 2019

Rok: 2019						
Druh paliva a energie	Jednotka	Množstvo	Výhrevnosť [kWh/kg]	Obsah energie [kWh]	Priemerná cena [Eur/kWh]	Ročné náklady [Eur]
Nákup elektriny	kWh	24 757		24 757	0,1635	4 283,03
Nákup tepla						
Zemný plyn						
Hnedé uhlie						
Čierne uhlie	t	28,83	5,597	161 370	0,0314	5 063,12
Koks. plyn						
Iné pevné fosílné palivá						
Ťažký vykurovací olej						
Biomasa						
Benzín						
Nafta						
Kvapalný etylén C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>						
Kvapalný kyslík O <sub>2</sub>						
Druhotná energia v členení						
na nevyužívané teplo a iné						
Obnoviteľné zdroje v členení						
na solárne, veterné, geotermálne						
a iné						
Iné palivá						
Celkom vstupy palív a energie						
Zmena stavu zásob palív						
<b>Celkom spotreba palív a energie</b>				<b>186 127</b>		<b>9 346</b>

\* Ceny sú bez DPH



Tab. 3 Energetické vstupy za rok 2020

Rok: 2020						
Druh paliva a energie	Jednotka	Množstvo	Výhrevnosť [kWh/kg]	Obsah energie [kWh]	Priemerná cena [Eur/kWh]	Ročné náklady [Eur]
Nákup elektriny	kWh	20 676		20 676	0,1907	4 188,06
Nákup tepla						
Zemný plyn						
Hnedé uhlie						
Čierne uhlie	t	21,83	5,597	122 190	0,0314	3 833,79
Koks. plyn						
Iné pevné fosílné palivá						
Ťažký vykurovací olej						
Biomasa						
Benzín						
Nafta						
Kvapalný etylén C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>						
Kvapalný kyslík O <sub>2</sub>						
Druhotná energia v členení na nevyužívané teplo a iné						
Obnoviteľné zdroje v členení na solárne, veterné, geotermálne a iné						
Iné palivá						
Celkom vstupy palív a energie						
Zmena stavu zásob palív						
<b>Celkom spotreba palív a energie</b>				<b>142 866</b>		<b>8 022</b>

\* Ceny sú bez DPH



Tab. 4 Energetické vstupy za rok 2021

Rok: 2021						
Druh paliva a energie	Jednotka	Množstvo	Výhrevnosť [kWh/kg]	Obsah energie [kWh]	Priemerná cena [Eur/kWh]	Ročné náklady [Eur]
Nákup elektriny	kWh	23 300		23 300	0,1841	4 559,20
Nákup tepla						
Zemný plyn						
Hnedé uhlie						
Čierne uhlie	t	35,89	5,597	200 880	0,0345	6 920,40
Koks. plyn						
Iné pevné fosílné palivá						
Ťažký vykurovací olej						
Biomasa						
Benzín						
Nafta						
Kvapalný etylén C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>						
Kvapalný kyslík O <sub>2</sub>						
Druhotná energia v členení na nevyužívané teplo a iné						
Obnoviteľné zdroje v členení na solárne, veterné, geotermálne a iné						
Iné palivá						
Celkom vstupy palív a energie						
Zmena stavu zásob palív						
<b>Celkom spotreba palív a energie</b>				<b>224 180</b>		<b>11 480</b>

\* Ceny sú bez DPH

## 2.3 Priemerná spotreba energií a jednotková cena energií

### 2.3.1 Elektrická energia

Dodávka elektrickej energie je zabezpečovaná z verejnej siete. Elektrická energia sa využíva pre potreby osvetlenia, administratívnych a technických priestorov a na chod administratívnych a technických zariadení. Pre účely spracovania energetického auditu – časť **umelé osvetlenie**, bola použitá priemerná cena za jednu kWh elektrickej energie **0,1795 EUR bez DPH**. Uvedená jednotková cena vychádza z celkových nákladov na elektrickú energiu za rok 2019/2020/2021 a dodaného množstva elektrickej energie v kWh za rok 2019/2020/2021.

V nasledujúcich tabuľkách sú uvedené spotreby elektrickej energie v kWh za posledné tri roky a náklady za elektrickú energiu.

Tab. 5 Spotreby a náklady na elektrickú energiu za posledné 3 roky

Rok	Dodávky SE	Platby (Eur)					Silová elektrina	Distribúcia pohyb. zl.	Výpočtová cena
2021	Dodávka (kWh)	Silová el.	Distr. fix.	Distr. poh.	Distr. Celkom	Spolu distr.+SE	Eur/kWh	Eur/kWh	Eur/kWh
	23300	2127,76	268,98	2162,46	2431,44	4559,20	0,0913	0,0928	0,1841
Celkom	23300	2127,76	268,98	2162,46	2431,44	4559,20			
Priemer							0,0913	0,0928	0,1841

Rok	Dodávky SE	Platby (Eur)					Silová elektrina	Distribúcia pohyb. zl.	Výpočtová cena
2020	Dodávka (kWh)	Silová el.	Distr. fix.	Distr. poh.	Distr. Celkom	Spolu distr.+SE	Eur/kWh	Eur/kWh	Eur/kWh
	20676	1939,82	244,26	2003,98	2248,24	4188,06	0,0938	0,0969	0,1907
Celkom	20676	1939,82	244,26	2003,98	2248,24	4188,06			
Priemer							0,0938	0,0969	0,1907

Rok	Dodávky SE	Platby (Eur)					Silová elektrina	Distribúcia pohyb. zl.	Výpočtová cena
2019	Dodávka (kWh)	Silová el.	Distr. fix.	Distr. poh.	Distr. Celkom	Spolu distr.+SE	Eur/kWh	Eur/kWh	Eur/kWh
	24757	1492,35	234,96	2555,72	2790,68	4283,03	0,0603	0,1032	0,1635
Celkom	24757	1492,35	234,96	2555,72	2790,68	4283,03			
Priemer							0,0603	0,1032	0,1635

Pre potreby výpočtov bola použitá priemerná cena 0,1795 Eur/kWh.

### 2.3.2 Tuhé palivo - uhlie

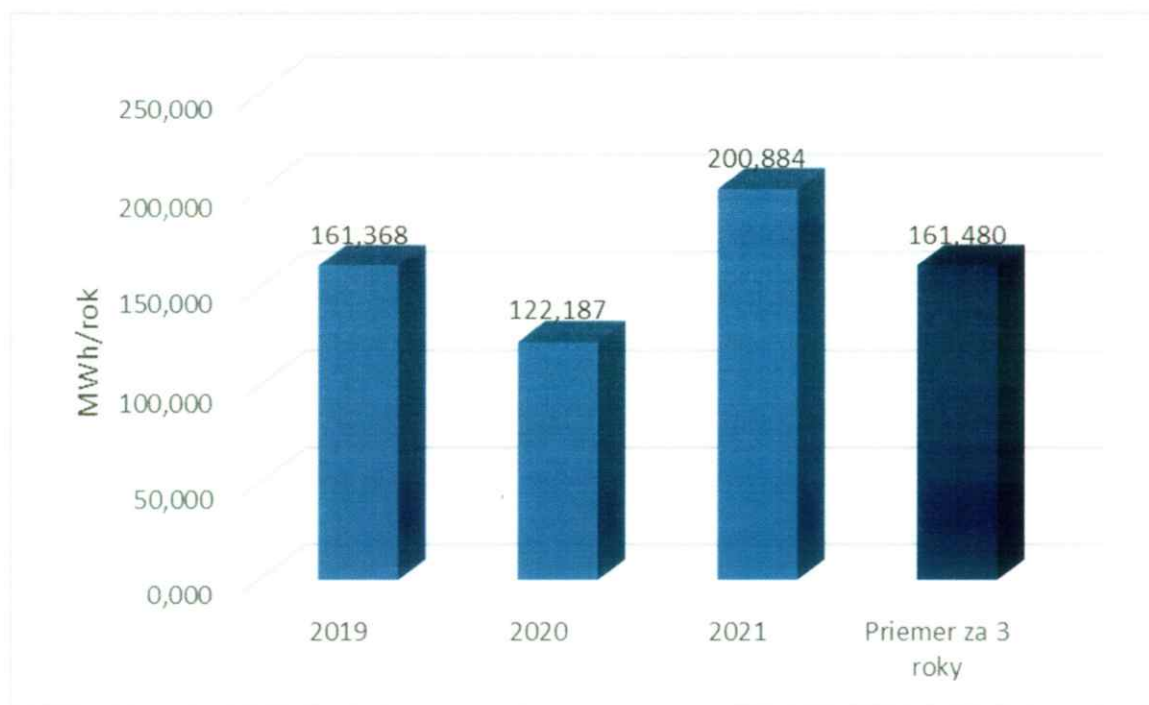
Objekt je vykurovaný stacionárnym kotlom na uhlie. Kotel sa nachádza v samostatnej miestnosti na prvom nadzemnom podlaží.

Pre účely spracovania energetického auditu bola použitá priemerná cena za jednu kWh tepelnej energie z uhlia **0,03266** EUR. Uvedená jednotková cena vychádza z celkových nákladov na tepelnú energiu za rok 2019 až 2021 a dodaného množstva tepelnej energie z uhlia v kWh za rok 2019 až 2021.

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené spotreby tepelnej energie z uhlia v kWh za posledné tri roky a náklady za tepelnú energiu z uhlia.

Tab. 6 Spotreba tepla za posledné 3 roky v kWh

	Rok			Priemer za 3 roky
	2019	2020	2021	
Teplo ( kWh )	161 368	122 187	200 884	161 480
Cena tepelnej energie (€)	5 063,12	3 833,79	6 920,40	5 272,44



Obr. 3 Spotreby tepla z uhlia v MWh/rok za celé posledné 3 roky

## 2.4 Energetické zariadenia

Vo všetkých priestoroch budovy je potrebné vyrovnať sa so zimnou aj s letnou prevádzkou (tepelnou záťažou) a viacerými ďalšími skutočnosťami, ako sú stavy určené existujúcou stavbou (nedostatočné tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií) a obsadenosťou objektu (tepelná záťaž od klientov, zamestnancov či zariadení).

Vždy však treba garantovať, aby sa osoby v budove cítili komfortne. Ich pocit komfortu sa následne odrazí na spokojnosti. Vzhľadom na charakter budovy je v priestoroch potrebná teplota 20°C. Popri stavebnej konštrukcii musí dopĺňať vytvorenie komfortného prostredia technika prostredia budov (vykurovanie, vetranie a klimatizácia, osvetlenie). Každá budova a technika jej prevádzky je podriadená prvoradému cieľu a to spokojnosti klientov.

Významnými spotrebičmi energie v budove sú kancelárska technika, osvetlenie a iné prístroje a zariadenia.

Predmetom auditu sú technológie, energetické zariadenia a budovy so spotrebou energie ako tepelnej, tak elektrickej. Energetický audit je zameraný na efektívne využitie energie.

### 2.4.1 Popis zdroja tepla

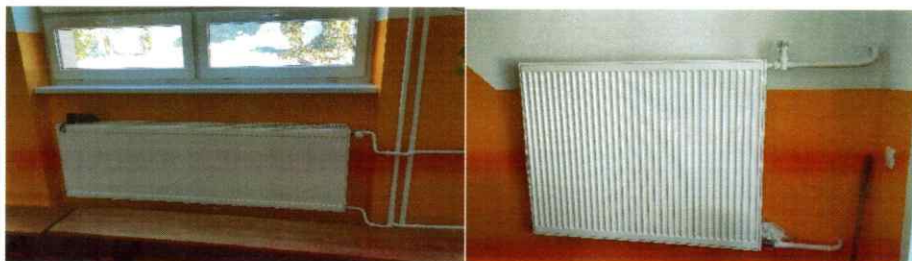
Teplo pre budovu Základnej školy s materskou školou Oravská Polhora 481 je zabezpečené z kotolne na tuhé palivo umiestnenej na prvom nadzemnom podlaží v samostatnej miestnosti. V kotolni sa nachádzajú 2 ks stacionárneho kotla zn. KLIMOSZ COMBI 49 o menovitom výkone 49 kW. Jeden slúži prevažne ako záložný zdroj. Pri každom kotly je inštalovaná 35l expanzná nádoba. Vykurovanie je rozdelené pomocou rozdeľovača a zberača na 2 samostatné vetvy – sever a juh budovy.





Obr. 4 Zdroj tepla vo vykurovanom objekte

Odovzdávanie tepla do vykurovaných priestorov je zabezpečované oceľovými panelovými vykurovacími telesami. Vykurovacie telesá majú prevažne osadené termoregulačné ventily a termostatické hlavice. Rozvod potrubia z kotolne je v podlahe prvého nadzemného podlažia, odkiaľ vedú stúpačky na ďalšie podlažie.



Obr. 5 Vykurovacie telesá v objekte

Teplá voda pre osobnú hygienu v budove je pripravovaná lokálne v mieste spotreby prietokovými alebo zásobníkovými elektrickými ohrievačmi. Príprava TV je bez cirkulácie.

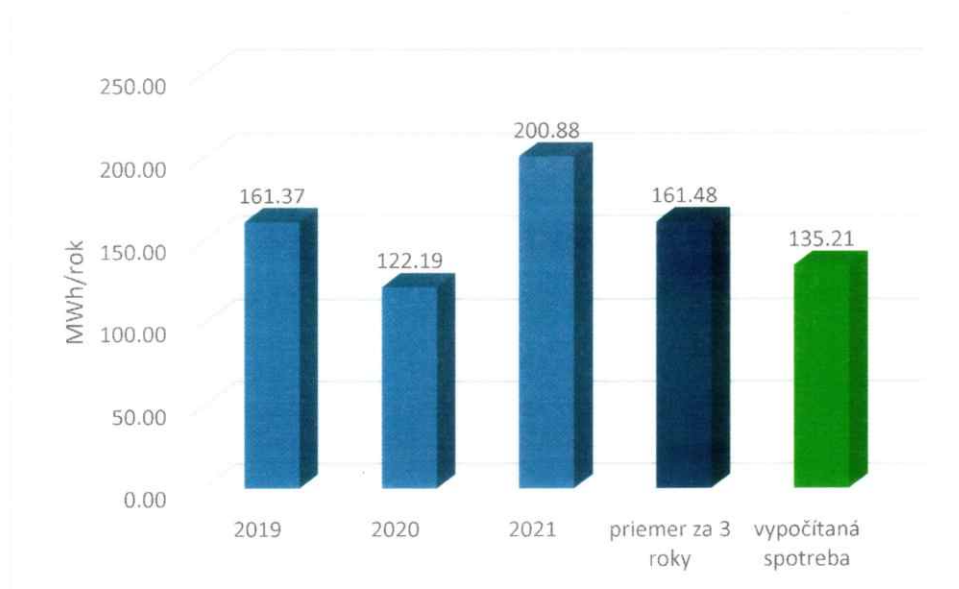


Obr. 6 Príprava TV

#### 2.4.2 Profil spotreby energie

Profil spotreby tepelnej energie je stanovený na základe podkladov z faktúr.





Obr. 7 Profil ročnej spotreby energie za roky 2019, 2020, 2021, priemerná a vypočítaná hodnota spotreby tepelnej energie.

## 2.5 Elektrické zariadenia

Tab. 7 uvádza špecifikáciu elektrických zariadení v objekte:

Tab. 7 Špecifikácia elektrických zariadení

Vlastný TR	Nie
Meranie spotreby	NN-podružné
Počet odberných miest	1
Tarifa	C2 – jednopásmová
Odberné miesto EIC	24ZSS3208144000U
Sústava	TN-C/TN C-S
Kompenzácia účinníka	-
Typy vypínačov	R1
Svietidlá	žiarovky, žiarivky

### 2.5.1 Zdroje elektrickej energie

#### Transformátory a rozvody elektrickej energie

Budova je napájaná z hlavného rozvádzača HR. Hlavný rozvádzač je umiestnený v budove a napája všetky spotrebiče el. energie vrátane umelého osvetlenia. Rozvádzač je napájaný z NN strany.

### 2.5.2 Meranie spotreby elektrickej energie

Objekt má jedno odberné miesto. Meranie spotreby pre jednotlivé objekty je realizované pomocou podružných elektromerov.

### 2.5.3 Spotrebiče elektrickej energie

Elektrická energia je využívaná na:

- Prevádzku administratívnych zariadení
- Prevádzku umelého osvetlenia
- Prevádzku technických a skladových priestorov

#### **Administratívne zariadenia**

Medzi administratívne zariadenia patrí najmä výpočtová technika (osobné počítače, tlačiarne, skenery a pod.) serverový systém, ostatné technické zariadenia. Všetky tieto zariadenia nie sú predmetom predkladaného energetického auditu a z uvedeného dôvodu nebudú posudzované z hľadiska efektívnosti prevádzky.

#### **Osvetlenie**

V rámci energetického auditu bol realizovaný prieskum existujúcej osvetľovacej sústavy v administratívnych, ako aj v technických priestoroch, pričom sme sa zamerali na všetky prístupové, spoločné, skladové a technické priestory posudzovaného objektu/posudzovaných objektov - počty svietidiel sú v tabuľkách uvádzané pre každé podlažie, prípadne s príslušnosťou ku konkrétnemu priestoru.

V rámci auditu osvetlenia sa bude naďalej hodnotiť výlučne energetická účinnosť súčasnej osvetľovacej sústavy, pričom náklady na realizáciu úsporných opatrení uvažujú výlučne so zámienou svetelných zdrojov a príslušného vybavenia svietidla, prípadne s doplnením väčšieho počtu svietidiel z dôvodu splnenia normatívnych hodnôt pre osvetlenosť a rovnomernosť osvetlenia podľa STN EN 12464-1, pri ponechaní súčasného rozloženia a dimenzovania elektroinštalácie. Osvetlenie bolo posudzované z hľadiska účinnosti použitých svietidiel a z hľadiska dosiahnutia normatívnych svetlo-technických parametrov definovaných v norme STN EN 12464-1.

#### **Využitie denného osvetlenia**

Vo väčšine priestorov, sa na osvetlenie v skorých ranných a večerných hodinách využíva umelé osvetlenie a v čase denného svetla združené osvetlenie, pričom prechod denného svetla je zabezpečený oknami umiestnenými vo zvislých obvodových obalových konštrukciách posudzovaného objektu. Týmto spôsobom je zabezpečený vyšší koeficient prieniku denného svetla čím sa zlepšujú svetlo-technické parametre na pracovných plochách počas denného svetla.

#### **Ovládanie umelého a združeného osvetlenia**

Ovládanie osvetlenia v prevádzkových priestoroch je navrhnuté ako miestne pomocou tlačidlových vypínačov, ktoré sú umiestnené pri dverách a vstupoch vo výške min. 1200 mm od podlahy v rámci daného osvetľovaného priestoru. Z hľadiska obsluhy a prevádzky osvetlenia hodnotíme ovládanie za vyhovujúce, avšak niektoré ovládacie prvky sú za hranicou svojej životnosti.

**Kategória ovládania osvetlenia v posudzovanom objekte/posudzovaných objektoch podľa STN EN 15193 – R1**

Tab. 8 Zoznam využívaných svetelných zdrojov a svietidiel

Ozn.	Typ	Montáž	P <sub>n</sub>	Svetelný zdroj						Predradník
				Typ	n	P <sub>1</sub>	T <sub>c</sub>	R <sub>a</sub>	Pätica	Typ
A	žiarivkové 2x36W	S/N	90	L	2	36	3000	>80	G13	K
B	žiarivkové 2x36W	S/N	80	L	2	36	3000	>80	G13	E
C	žiarivkové 1x36W	S/N	45	L	1	36	3000	>80	G13	K
D	žiarivkové 1x36W	S/N	40	L	1	36	3000	>80	G13	E
E	žiarovkové 1x40W	S/N	40	HZ	1	40	3000	>80	-	-

Vysvetlivky:

Svietidlá sú označené písmenami veľkej abecedy A – Z, v prípade väčšieho počtu svietidiel je toto označenie dvojnakové.

Typ svietidla

Typové označenie svietidla podľa štítka (súčasný svietidlo) alebo katalógu (nové svietidlo).

Montáž

<b>V</b> - vstavané	<b>X</b> - na stojanový/výložníkový stožiar
<b>S</b> - stropné	<b>P</b> - povrchová montáž všeobecne
<b>L</b> - lištové	<b>I</b> - iné
<b>Z</b> - závesné	<b>N</b> - nástenné

P<sub>n</sub>: Menovitý príkon svietidla (W)

Menovitý príkon svietidla podľa štítka (súčasný svietidlo) alebo katalógu (nové svietidlo) – príkon zahŕňa príkon svetelného zdroja a predradníka.

Typ svetelného zdroja

<b>HZ</b> - halogén žiarovka	<b>M</b> - halogenidová výbojka
<b>H</b> - halogénová žiarovka	<b>S</b> - vysokotlaková sodíková výbojka
<b>L</b> - lineárna žiarivka	<b>O</b> - vysokotlaková ortuťová výbojka
<b>K</b> - kompaktná žiarivka	<b>MH</b> - metalhalidová výbojka
<b>D</b> - LED	<b>I</b> - iný druh

n: Počet svetelných zdrojov vo svietidle (ks), P<sub>1</sub>: Menovitý príkon 1 svetelného zdroja (W)

T<sub>c</sub>: Teplota chromatickosti svetelných zdrojov (K), R<sub>a</sub>: Index podania farieb (%),

Pätica: Pätica svetelného zdroja

Predradník

<b>K</b> - konvenčný
<b>E</b> - elektronický
<b>D</b> - elektronický stmievateľný

Vo všetkých priestoroch bolo miesto zrakovej úlohy stanovené vo výške 0,8m od podlahy. Udržiavaná osvetlenosť bola stanovená podľa STN EN 12464-1.



### 3 POTREBA TEPLA NA VYKUROVANIE

Potreba tepla na vykurovanie je závislá od klimatických podmienok a od tepelno-technických vlastností použitých stavebných materiálov. Pri výpočte potrieb tepla na vykurovanie sa postupovalo v zmysle STN EN 73 0540/2012, STN 13790 a STN 13790/NA. Pre výpočet potreby tepla na vykurovanie sa vychádzalo z mesačnej výpočtovej metódy.

#### 3.1 Klimatické podmienky miesta stavby

• Miesto stavby	Oravská Polhora
• Nadmorská výška	690 m n. m
• Vonkajšia výpočtová teplota	$t_z = -17^{\circ}\text{C}$
• Vykurovacie obdobie	$n = 292$ dní
• Teplotná oblasť	4
• Veterná oblasť	1
• Počet dennostupňov	3901 D.K
• Počet vykurovacích dní	273 dní

Tab. 9 Mesačné priemery teplôt v jednotlivých mesiacoch v  $^{\circ}\text{C}$

január	február	marec	apríl	máj	jún	júl	august	september	október	november	december
-5,3	-3,6	0,3	5,6	10,6	13,3	14,8	14,2	11,5	6,2	1,1	-3,6

Tab. 10 Priemerné mesačné sumy globálneho žiarenia na horizontálnu plochu ( $0^{\circ}$ ) v  $\text{kWh/m}^2$

január	február	marec	apríl	máj	jún	júl	august	september	október	november	december
29	52	87	128	150	161	158	142	108	65	31	22

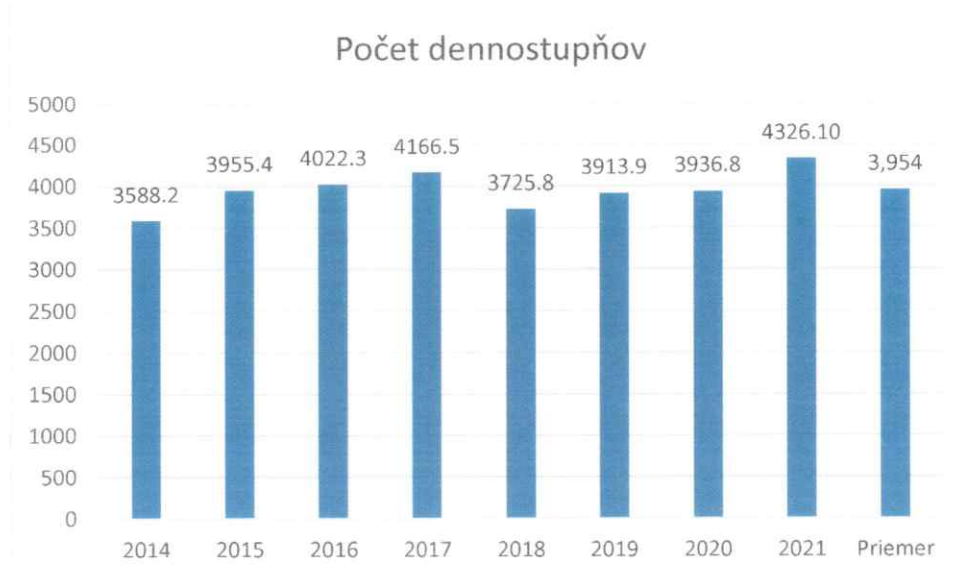
Dennostupeň je jednotka, ktorá vyjadruje náročnosť potreby tepla na vykurovanie v závislosti od vonkajšej teploty. Je to rozdiel medzi teplotou v miestnosti a strednou vonkajšou teplotou za predpokladu, že vonkajšia teplota je nižšia ako teplota v miestnosti. Počet dennostupňov sa zvyčajne udáva za príslušný mesiac a vypočíta sa ako súčin počtu vykurovacích dní v mesiaci a rozdielu medzi menovitou teplotou miestnosti ( $20$  stupňov Celzia) a priemernou vonkajšou mesačnou teplotou.

Tab. 11 Počet dennostupňov za posledné roky

Rok	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	spolu
	dt $^{\circ}\text{C}$	-1,0	1,6	4,4	7,4	10,7	13,7	16,4	14,6	12,5	8,2	4,2	-0,7	7,67
2014	vyk. dní	31,0	28,0	31,0	30,0	23,0	0,0	0,0	0,0	10,0	27,0	29,0	31,0	240
	DST	619,5	488,2	453,9	348,0	226,7	0,0	0,0	0,0	91,9	312,3	436,3	611,4	3588,2
	dt $^{\circ}\text{C}$	-1,3	-2,4	1,8	5,7	10,4	14,9	17,8	18,6	12,5	6,4	3,7	1,8	7,49
2015	vyk. dní	31,0	28,0	31,0	30,0	30,0	0,0	0,0	0,0	17,0	31,0	30,0	31,0	259
	DST	630,0	599,8	532,3	398,5	256,6	0,0	0,0	0,0	158,4	389,1	458,1	532,6	3955,4
	dt $^{\circ}\text{C}$	-4,0	1,4	2,3	7,1	11,2	15,7	16,6	15,1	13,2	5,4	1,9	-3,0	6,91
2016	vyk. dní	31,0	29,0	31,0	30,0	25,0	0,0	0,0	0,0	10,0	30,0	30,0	31,0	247
	DST	712,7	510,2	517,4	358,4	219,8	0,0	0,0	0,0	92,8	414,9	513,1	683,0	4022,3
	dt $^{\circ}\text{C}$	-7,9	-0,7	4,0	5,1	11,7	16,1	16,1	17,2	11,2	7,3	1,8	-0,6	6,78
2017	vyk. dní	31,0	28,0	31,0	30,0	26,0	0,0	0,0	0,0	25,0	31,0	30,0	31,0	263



	DST	834,5	550,2	466,5	418,0	203,3	0,0	0,0	0,0	208,0	361,9	516,8	607,3	4166,5
	dt °C	-0,4	-6,1	-1,6	11,1	13,8	15,4	16,6	17,6	12,9	8,9	3,8	-1,7	7,53
2018	vyk. dní	31,0	28,0	31,0	24,0	13,0	0,0	0,0	0,0	7,0	30,0	30,0	31,0	225
	DST	602,4	701,4	640,1	202,5	89,3	0,0	0,0	0,0	87,8	305,7	454,8	641,8	3725,8
	dt °C	-5,6	0,0	3,8	7,1	8,7	18,8	16,1	17,2	11,8	8,6	5,0	0,4	7,66
2019	vyk. dní	31,0	28,0	31,0	29,0	29,0	0,0	0,0	0,0	24,0	30,0	30,0	31,0	263
	DST	762,9	530,7	472,5	347,9	304,8	0,0	0,0	0,0	182,2	316,6	418,6	577,7	3913,9
	dt °C	-1,3	1,3	1,9	6,6	8,2	15,3	16,1	17,6	12,5	8,0	2,4	-0,4	7,35
2020	vyk. dní	31,0	29,0	31,0	30,0	30,0	0,0	0,0	0,0	19,0	29,0	30,0	31,0	260
	DST	629,1	514,4	531,4	372,0	318,0	0,0	0,0	0,0	143,9	328,4	497,1	602,5	3936,8
	dt °C	-3,5	-1,6	0,4	3,4	9,6	16,8	18,8	14,9	11,8	6,6	2,8	-2,9	6,43
2021	vyk. dní	31,0	28,0	31,0	30,0	29,0	0,0	0,0	0,0	24,0	30,0	30,0	31,0	264
	DST	696,2	577,3	577,2	466,9	281,7	0,0	0,0	0,0	184,6	377,2	485,0	680,0	4326,10
Priemer		685,9	559,0	523,9	364,0	237,5	0,0	0,0	0,0	143,7	350,8	472,5	617,0	3954,4



Obr. 8 Počet dennostupňov

### 3.2 Tepelno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií pred zateplením

Energetická náročnosť má zásadný vplyv na prevádzkové náklady budov z pohľadu zabezpečenia požadovaného vnútorného prostredia.

Nižšia energetická náročnosť sa v súčasnej dobe dosahuje lepšími tepelno-technickými vlastnosťami stavebných materiálov, ako aj novými technickými a technologickými zariadeniami v oblasti vykurovania, prípravy teplej vody, vetrania – klimatizácie a elektroinštalácií.

Spotrebu tepelnej energie na vykurovanie do značnej miery ovplyvňujú tepelno-technické vlastnosti budov stavebných konštrukcií, ktoré sú charakterizované súčiniteľom prechodu tepla  $U=1/R_0$  ( $W/m^2K$ ), kde  $R_0$  ( $m^2K/W$ ) je odpor stavebnej konštrukcie pri prestupe tepla.

S cieľom zabezpečenia čo najnižšej energetickej náročnosti vykurovania budov norma STN 73 0540 odporúča minimálne požiadavky na súčiniteľ prechodu tepla pre rôzne stavebné

konštrukcie, tak ako je to uvedené v nasledujúcich tabuľkách a texte, kde požadovaná hodnota je hodnota súčiniteľu prestupu tepla po roku 2016 a odporúčaná hodnota je hodnota súčiniteľu prestupu tepla po roku 2020, v zmysle STN 73 0540.

- a) Vonkajšia stena a šikmá strecha nad obytným priestorom so sklonom  $> 45^\circ$

**Súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 73 0540-2, STN EN ISO 6946 a STN 73 0540-4**

Požadovaná hodnota podľa STN 73 0540-2  $U_N = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540-2  $U_{rec} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

- b) Plochá a šikmá strecha so sklonom  $\leq 45^\circ$

**Súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 73 0540-2, STN EN ISO 6946 a STN 73 0540-4**

Požadovaná hodnota podľa STN 73 0540-2  $U_N = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540-2  $U_{rec} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

- c) Strop nad vonkajším prostredím

**Súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 73 0540-2, STN EN ISO 6946 a STN 73 0540-4**

Požadovaná hodnota podľa STN 73 0540-2  $U_N = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540-2  $U_{rec} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

- d) Strop pod nevykurovaným priestorom

**Súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 73 0540-2, STN EN ISO 6946 a STN 73 0540-4**

Požadovaná hodnota podľa STN 73 0540-2  $U_N = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540-2  $U_{rec} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

- e) podlaha vykurovaného priestoru na teréne v úrovni do 0,5 m pod vonkajším terénom

**Odpor pri prestupe tepla podľa STN 73 0540-2, STN EN ISO 6946 a STN 73 0540-4**

Požadovaná hodnota podľa STN 73 0540-2  $R_N = 2,5 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$

Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540-2  $R_{rec} = 2,5 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$

- f) podlaha vykurovaného priestoru na teréne ostatné prípady

**Odpor pri prestupe tepla podľa STN 73 0540-2, STN EN ISO 6946 a STN 73 0540-4**

Požadovaná hodnota podľa STN 73 0540-2  $R_N = 2,0 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$

Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540-2  $R_{rec} = 2,0 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$

- g) Stena vykurovaného priestoru priľahlá k zemine pri hĺbke zeminy nad 0,5m

**Súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 73 0540-2, STN EN ISO 6946 a STN 73 0540-4**

Požadovaná hodnota podľa STN 73 0540-2  $R_N = 2,0 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$

Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540-2  $R_{rec} = 2,0 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$

- h) Okná, dvere, zasklené steny v obvodovej stene, strešné okná

**Súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 73 0540-2, STN EN ISO 6946 a STN 73 0540-4**

Požadovaná hodnota podľa STN 73 0540-2

$U_N = 0,85 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540-2

$U_{rec} = 0,85 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

i) Dvere do ostatných priestorov

**Súčiniteľ prechodu tepla podľa STN 73 0540-2, STN EN ISO 6946 a STN 73 0540-4**

Požadovaná hodnota podľa STN 73 0540-2

$U_N = 2,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540-2

$U_{rec} \leq 2,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

### 3.3 Pôvodný stav

Objekt má obdĺžnikový pôdorysný tvar. Stavba má 2 nadzemné podlažia. Objekt je zastrešený sedlovou strechou. Obvodové murivo je murované z keramickej tehly. Podlaha na teréne je v skladbe ťažkej podlahy. Výplne otvorov sú pôvodné plastové okná s izolačným dvojsklom. Obvodové konštrukcie, podlaha na teréne, strecha objektu a výplňové konštrukcie nespĺňajú tepelno-technické kritéria. Tepelné mosty na objekte sú nedostatočne chránené. V interiéri objektu v jeho v kútoch môžu tak vznikáť plesne.

#### Zhodnotenie obalových konštrukcií – pôvodný stav

V zmysle vyhlášky MVRR SR č. 324/2016, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky č. 364/2012 Z.z., ktorou sa vykonáva zákon č.555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, je budova zaradená do kategórie „Budova škôl a školských zariadení“.

Spotreba tepla na vykurovanie je závislá od klimatických podmienok a od tepelno-technických vlastností použitých stavebných materiálov. Pri výpočte potrieb tepla na vykurovanie sa postupovalo v zmysle STN EN 73 0540/2012, STN 13790 a STN 13790/NA, z mesačnej výpočtovej metódy a vstupov pre normalizované hodnotenie. Celková podlahová plocha budovy bola zistená zmeraním skutočných rozmerov, z vonkajších rozmerov budovy podľa technickej normy STN EN ISO 13790/NA, bez zohľadnenia miestnych vystupujúcich konštrukcií. Objekt je posudzovaný ako jedna teplotná zóna s uvažovaním upravenej vnútornej teploty pre prerušované vykurovanie.

Zhodnotenie konštrukcií bolo stanovené na základe obhliadky. V nasledujúcich tabuľkách sú popísané tepelno-technické vlastnosti jednotlivých stavebných konštrukcií.

#### Pevné stavebné konštrukcie – pôvodný stav

Tab. 12 Obvodová stena - pôvodný stav

Zloženie	Hrúbka (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> K/W)
$R_{si}$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,13
Omietka štuková	0,03	0,88	0,034
Murivo z tehál metrického formátu	0,365	0,69	0,529
Omietka brizolitová	0,03	0,99	0,030
Polystyrén EPS F	0,08	0,038	2,105



Lepidlo so sieťkou + stierka	0,006	0,99	0,006
$R_{se}$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,04
		$R_o=$	2,87
Súčiniteľ prechodu tepla $U=1/R_o$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,348
Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540- 2 $U_{r1}=0,15$ W/(m <sup>2</sup> K)			
Obvodová stena nevyhovuje požiadavke STN, $U > U_{r1}$			

Tab. 13 Stena k nevykurovanému priestoru - pôvodný stav

Zloženie	Hrúbka (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> K/W)
$R_{si}$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,13
Omietka štuková	0,03	0,88	0,034
Murivo z tehál metrického formátu	0,365	0,69	0,529
Omietka štuková	0,03	0,88	0,034
$R_{se}$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,04
		$R_o=$	0,77
Súčiniteľ prechodu tepla $U=1/R_o$ (W/m <sup>2</sup> K)			1,303
Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540- 2 $U_{r1}=0,55$ W/(m <sup>2</sup> K)			
Obvodová stena nevyhovuje požiadavke STN, $U > U_{r1}$			

Tab. 14 Strop nad poschodím - pôvodný stav

Zloženie	Hrúbka (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> K/W)
$R_{si}$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,10
Omietka štuková	0,015	0,88	0,017
Železobetónové stropné panely	0,25	1,43	0,175
Škvarový násyp	0,2	0,21	0,952
Plynosilikátové tvárnice	0,15	0,21	0,714
Hydroizolácia	0,01	0,21	0,048
$R_{se}$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,04
		$R_o=$	2,05
Súčiniteľ prechodu tepla $U=1/R_o$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,489
Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540- 2 $U_{r1}=0,10$ W/(m <sup>2</sup> K)			
Strop nad poschodím nevyhovuje požiadavke STN, $U > U_{r1}$			

Tab. 15 Strop nad nevykurovanou kotolňou - pôvodný stav

Zloženie	Hrúbka (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> K/W)
$R_{si}$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,17
PVC podlahovina	0,003	0,16	0,019



Betónová poter	0,05	1,23	0,041
Železobetónové stropné panely	0,25	1,43	0,175
Omietka štuková	0,015	0,88	0,017
$R_{se}$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,04
		$R_o =$	0,46
Súčiniteľ prechodu tepla $U=1/R_o$ (W/m <sup>2</sup> K)			2,168
Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540- 2 $U_{r1}=0,35$ W/(m <sup>2</sup> K)			
Strop nad poschodím nevyhovuje požiadavke STN, $U > U_{r1}$			

Tab. 16 Podlaha na teréne - pôvodný stav

Zloženie	Hrúbka (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> K/W)
Hydroizolácia			
Škvarobetón	0,08	0,74	0,108
Cementový poter	0,02	1,23	0,016
PVC podlahovina	0,003	0,16	0,019
		$R_o =$	0,143

Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540- 2  $R_{r1}=2,5$  (m<sup>2</sup>K)/W

Podlaha na teréne nevyhovuje požiadavke STN,  $R_o < R_{r1}$

### Otvorové konštrukcie

Pre použitý typ konštrukcie okien a presklených dverí z STN EN 73 0540 - 3 vyplývajú ich nasledovné parametre:

Okno, zasklené steny izolačné dvojsklo	$U = 1,2$ Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>	$i = 1,0 \cdot 10^{-4}$ m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> Pa <sup>-0,67</sup>
Vchodové dvere, dvojsklo	$U = 1,4$ Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>	$i = 1,0 \cdot 10^{-4}$ m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> Pa <sup>-0,67</sup>

Otvorové konštrukcie nevyhovujú požiadavke na súčiniteľ prechodu tepla  $U$

### 3.3.1 Tepelné straty jednotlivých objektov

Výpočet tepelného príkonu na vykurovanie bol realizovaný na základe STN EN 12 831 a STN 73 0540-2. Tepelný príkon na vykurovanie je uvedený v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 17 Tepelný príkon

Budova	Tepelný príkon na UK [kW]
Vykurovanie	71,33
TV	10,00
Suma	81,33

### 3.3.2 Potreba tepla na vykurovanie a TV

Potreba tepla na vykurovanie a TV je závislá od klimatických podmienok a od tepelno-technických vlastností použitých stavebných materiálov. Pri výpočte potrieb tepla na vykurovanie a TV

sa postupovalo v zmysle zákona 555/2005 a vyhlášky 324/2016 a taktiež v zmysle STN EN 73 0540/2012, STN 13790 a STN 13790/NA. Pre výpočet potreby tepla na vykurovanie a TV sa vychádzalo z mesačnej výpočtovej metódy. Množstvo spotrebovaného tepla na vykurovanie a TV, vypočítané touto metódou, je závislé od tepelného výkonu (tepelných strát) na vykurovanie pre jednotlivé miestnosti, priemernej vnútornej teploty vo vykurovaných priestoroch, priemernej vonkajšej teploty a spôsobu prevádzkovania vykurovacieho systému. V Tab. 18 sú uvedené vypočítané potreby tepla na vykurovanie a potreba tepla na prípravu TV za celý rok na základe mesačnej metódy. Potreba energie bez strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla je uvedená v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 18 Potreba tepla na vykurovanie a prípravu teplej vody pre jednotlivé budovy

Budova	Potreba tepla na UK a prípravu TV za rok	Potreba tepla bez strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla
	[kWh/a]	[kWh/(m <sup>2</sup> .a)]
Vykurovanie	68 128,41	51,84
TV	13 141,00	10,00
<b>Suma</b>	81 269,41	61,84

## 4 VYHODNOTENIE SÚČASNÉHO STAVU

### 4.1 Potreba energie

#### 4.1.1 Potreba energie na vykurovanie a prípravu teplej vody

Na základe realizovaných výpočtov tepelných strát jednotlivých častí budovy, požadovanej teploty, spôsobu prevádzky a potreby tepla pre TV bol spracovaný výpočet ročnej potreby energie na vykurovanie a prípravu teplej vody. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené hodnoty vypočítanej potreby tepla na vykurovanie a TV a taktiež vypočítaná potreba energie na vykurovanie a prípravu TV. Výpočet potreby tepla sa realizoval na základe potreby tepla pre budovu, s koeficientmi a predpokladmi pre výpočet v zmysle vyhlášky č. 324/2016 Z. z. a príslušných STN.

Tab. 19 Potreba tepla a potreba energie na vykurovanie a prípravu TV

Budova	Potreba tepla na UK a prípravu TV za rok [kWh/a] <sup>1</sup>	Potreba tepelnej energie [kWh/rok] <sup>3</sup>	Potreba elektrickej energie na UK a TV [kWh/rok] <sup>4</sup>	Potreba energie za rok vrátane elektriny na UK a TV [kWh/rok] <sup>2</sup>	Potreba energie za rok [kWh/(m <sup>2</sup> .a)]
Budova	81 269,41	135 207,53	15 291,06	150 498,59	114,53

<sup>1</sup>- spotreba tepla za rok uvádza celkovú vypočítanú potrebu energie bez strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla

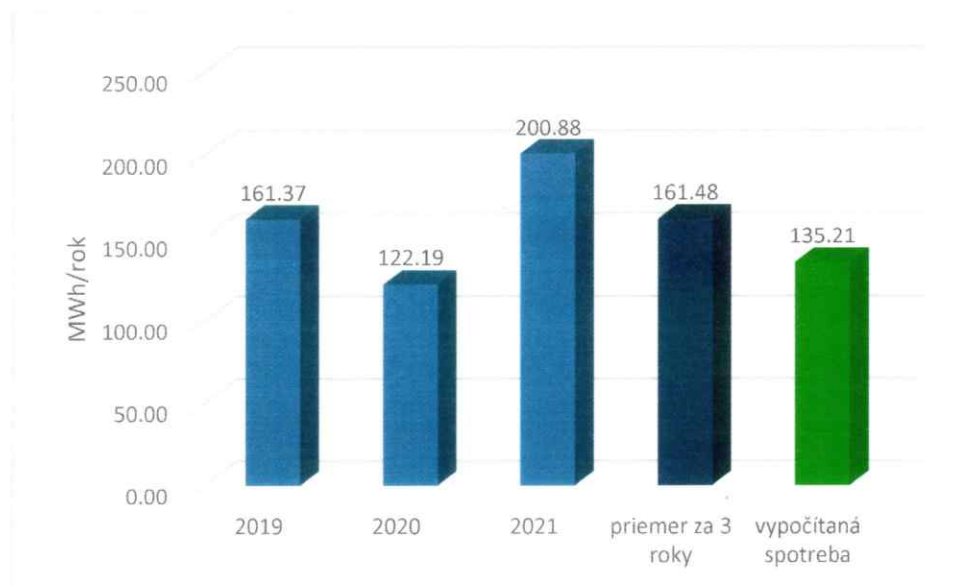
<sup>2</sup>- potreba energie za rok uvádza vypočítanú potrebu energie s ohľadom na straty pri odovzdávaní a distribúcii tepelnej energie, vo výpočte je zahrnutá aj elektrická energia na pohony, čerpadlá a ostatné.

<sup>3</sup>- potreba energie za rok uvádza vypočítanú potrebu energie s ohľadom na straty pri odovzdávaní a distribúcii tepelnej energie, vo výpočte nie je zahrnutá aj elektrická energia na pohony, čerpadlá a ostatné.

<sup>4</sup>- potreba elektrickej energie za rok uvádza vypočítanú potrebu elektrickej energie na pohony, čerpadlá a ostatné.

V nasledujúcom grafe sú uvedené určené spotreby tepla na vykurovanie za posledné tri roky. Dodaná energia je vo forme tepelnej energie z uhlia účely vykurovania budovy. Ďalej je v grafe uvedená vypočítaná spotreba tepelnej energie na vykurovanie.

Je vysoký predpoklad, že kolísajúca spotreba tepelnej energie počas rokov 2018-2020, ako je to vidno z grafu, je daná hlavne meniacimi sa klimatickými podmienkami.



Obr. 9 Spotrebovaná energia na vykurovanie a ohrev teplej vody za posledné tri roky a vypočítaná potreba energie na vykurovanie a ohrev teplej vody

#### 4.1.2 Zhodnotenie tepelno-technických vlastností budovy

Výpočet mernej spotreby tepla  $Q_{H.nd}$ , pri uvažovaní neprerušovaného vykurovania je hodnotením energetického kritéria, ktoré zohľadňuje vplyv stavebných konštrukcií na maximálnu potrebu tepla bez zohľadnenia kategórie budovy podľa jej užívania. Budovy spĺňajú energetické kritérium, ak majú v závislosti od faktoru tvaru budovy mernú potrebu tepla  $Q_{H.nd} \leq Q_{H.nd,N}$ , kde  $Q_{H.nd,N}$  je normalizovaná hodnota mernej potreby tepla v kWh/m<sup>2</sup>.a v zmysle STN 73 0540-2 tabuľka č. 14 a  $Q_{H.nd}$  je merná potreba tepla stanovená na základe STN 73 0540-2, STN 13 790, STN 13 790/NA pre normalizované hodnotenie. Pre výpočet potreby tepla na vykurovanie sa vychádzalo z mesačnej výpočtovej metódy podľa STN 73 0540-2.

Merná potreba tepla na vykurovanie  $Q_{H.nd}$  nebytových nevýrobných budov má byť podľa vzťahu:

$$Q_{H.nd} \leq Q_{H.nd,N}$$

Merná potreba tepla na vykurovanie  $Q_{H.nd}$  nebytových výrobných budov má byť podľa vzťahu:

$$Q_{H.nd} \leq Q_{H.nd,N} = 73,5 \cdot F_{VN} \cdot e_1$$

$F_{VN} = 0,5 \text{ W}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$  pre obnovené budovy,

$F_{VN} = 0,4 \text{ W}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$  pre nové budovy,

$e_1 = 1,2$  pre prevádzky s veľmi ľahkou prácou,

$e_1 = 1,5$  pre prevádzky s ľahkou prácou,

$e_1 = 1,8$  pre prevádzky so stredne ťažkou a ťažkou prácou,

$Q_{H.nd}$  - merná potreba tepla stanovená v kWh/(m<sup>2</sup>.a),

$Q_{H.nd,N}$  - normalizovaná (požadovaná) hodnota mernej potreby tepla v kWh/(m<sup>2</sup>.a),

$Q_{H.nd,r1}$  - odporúčaná hodnota mernej potreby tepla v kWh/(m<sup>2</sup>.a),

$Q_{H.nd,r2}$  - cieľová odporúčaná hodnota mernej potreby tepla v kWh/(m<sup>2</sup>.a).



Geometrická charakteristika budovy  $A_n/V_n$  je koeficient použitý k výpočtu a vyjadruje pomer celkovej plochy konštrukcií, stýkajúcich sa s vonkajším prostredím (obálka budovy) –  $A_b$  a celkového obostavaného objemu objektu –  $V_b$ .

#### **4.1.3 Produkcia odpadového tepla**

V posudzovanom objekte sa nenachádzajú zdroje odpadného tepla.

#### **4.1.4 Vykurovacia sústava**

Odovzdávanie tepla do vykurovaných priestorov je zabezpečované panelovými vykurovacími telesami. Vykurovacie telesá prevažne majú osadené termoregulačné ventily a termostatické hlavice. Rozvod potrubia z kotolne je v podlahe prvého nadzemného podlažia, odkiaľ vedú stúpačky na jednotlivé podlažia.

### **4.2 Zhodnotenie hospodárenia s teplom**

Zdrojová časť tepelného hospodárstva je nevyhovujúca, technologické vybavenie je na horšej úrovni. Teplo pre budovu základnej školy je zabezpečené z kotolne na tuhé palivo umiestnenej v samostatnej miestnosti na prvom podlaží. V kotolni sa nachádzajú 2 ks stacionárneho kotla zn. Klimosz Combi 49 o menovitom výkone 49 kW.

Teplá voda pre osobnú hygienu v budove je pripravovaná lokálne v mieste spotreby prietokovými alebo zásobníkovými elektrickými ohrievačmi. Príprava TV je bez cirkulácie.

Po obhliadke a analýze vykurovacieho systému možno konštatovať, že stav vykurovania je na nevyhovujúcej technickej úrovni a nevyhovuje dnešným technickým a technologickým štandardom.

Z realizovaných výpočtov potreby tepla vyplýva, že budova má nevyhovujúce tepelno-technické vlastnosti, čo sa prejavilo i na normovanom hodnotení budovy na základe STN EN 730540. Na základe týchto výpočtov budova nevyhovuje tepelno-technickým požiadavkám tejto normy.

Z hľadiska manažmentu výroby tepelnej energie je potrebné zaradiť do systému výroby tepelnej energie merače tepelnej energie, ktorých údaje by mali byť vyvedené do počítača, kde by sa zaznamenávali denné a mesačné vyrobené množstvá tepelnej energie. Na základe týchto údajov by bolo možné robiť analýzy a opatrenia k optimalizácii spotreby tepla a spotreby energií. Jednalo by sa hlavne o dlhodobé merania tepelnej energie na vykurovanie a prípravu teplej vody. Na základe uvedených meraní by bolo možné taktiež určiť ročné účinnosti zdrojov tepla a tzv. ročné využitie inštalovaného výkonu.

### **4.3 Potreba elektrickej energie**

#### **4.3.1 Spotreba osvetľovacej sústavy objektu**

Pre výpočet spotreby elektrickej energie na osvetlenie vo vybratých priestoroch bola použitá metodika v zmysle STN EN 15193 Energetické požiadavky na osvetlenie.

**Poznámka:**

Aj keď vypočítaná hodnota spotreby energie na osvetlenie nemusí zodpovedať skutočnosti, zmysel uvedeného výpočtu spočíva v možnosti určenia čo najpresnejšej efektívnosti pri návrhu ďalších úsporných opatrení v rámci EA.

Odhad spotreby energie je vykonaný pre súčasný stav.

#### 4.3.2 Súčasný stav posudzovaného objektu/posudzovaných objektov

Tabuľka uvádza súčasný stav počtu svietidiel s uvedením typu svietidla pre priestory posudzovaného objektu s odhadom ročnej spotreby.

Tab. 20 Spotreba osvetľovacej sústavy posudzovaného objektu/posudzovaných objektov

ZŠ Oravská Polhora						
objekt	typ svietidla	ks	výkon (W)	príkon/svietidlo (W)	príkon/miestnosť (kW)	odhad ročnej spotreby (kWh)
ZŠ Oravská Polhora	A	31	2x36W	90	2,79	4127,41
	B	40	2x36W	80	3,20	4733,95
	C	38	1x36W	45	1,71	2529,71
	D	12	1x36W	40	0,48	710,09
	E	8	1x40W	40	0,32	473,40
		129			8,50	12574,56

#### Odhad celkovej ročnej spotreby elektrickej energie osvetlenia pre SÚČASNÝ STAV

Nasledujúca tabuľka uvádza súčet odhadov ročných spotrieb elektrickej energie pre osvetlenie posudzovaného objektu /objektov.

Tab. 21 Spotreba osvetľovacej sústavy súčasného stavu posudzovaného objektu / objektov

<b>Odhad celkového príkonu posudzovaných priestorov – SÚČASNÝ STAV (kW)</b>	<b>8,50</b>
<b>Odhad celkovej ročnej spotreby elektrickej energie posudzovaných priestorov – SÚČASNÝ STAV (kWh)</b>	<b>12 574,56</b>

Tab. 22 Číselný ukazovateľ energie na osvetlenie priestorov

Objekt	Súčasný stav	
	LENI (kWh/m².a)	En. trieda
ZŠ Oravská Polhora	9,57	B

#### 4.4 Bilancia spotreby energie

Na základe vyššie uvedeného je možné zostaviť základnú bilanciú spotreby energie v budove Základnej školy v Oravskej Polhore, ktorá je uvedená v Tab. 23.

Tab. 23 Základná bilancia spotreby energie

Riadok	Ukazovateľ	Druh energie	MWh/rok	tisíc Eur/rok
1	Vstup palív a energie	-	184,28	9,41
2	Zmena zásoby palív	-		
3	Spotreba palív a energie	-	184,28	9,41
4	Predaj energie cudzím	-		
5	Konečná spotreba palív a energie (riadok 3 - riadok 4)	elektrina	22,91	4,34
		zemný plyn		
		iné	161,37	5,06
		-		
6	Straty vo vlastnom zdroji a rozvodoch (z hodnoty riadku 5)	elektrina		
		zemný plyn		
		iné		
7	Spotreba energie na vykurovanie a ohrev teplej vody	elektrina		
		zemný plyn		
		iné		
8	Spotreba energie na technologické a ostatné procesy (z hodnoty v riadku 5)	elektrina		
		zemný plyn		
		nafta		
		iné		



## 5 NÁVRH OPATRENÍ NA ZNÍŽENIE SPOTREBY ENERGIE

Pri návrhu jednotlivých variantov úsporných opatrení sa vychádzalo z celkovej analýzy energetickej náročnosti budovy, kde boli zistené určité možnosti šetrenia energií. Taktiež sa vychádzalo z prepočtu tepelno-technických vlastností budovy, kde sa zistili možné úspory tepelnej energie na vykurovanie po aplikácii jednotlivých variantov v zmysle platných noriem a doporučení podľa STN EN 73 0540.

### 5.1 Nízko nákladové opatrenia

#### 5.1.1 Energetické manažérstvo

Z nízko nákladových opatrení ide hlavne o zavedenie tzv. energetického manažérstva.

Základným prostriedkom energetického manažérstva je systematická kontrola prevádzkovaného zariadenia a riadne doplňovaná a udržiavaná dokumentácia o technickom stave a jeho prevádzkových parametroch.

V prvom rade ide hlavne o pravidelné sledovanie závislosti množstva odobraného tepla na vonkajšej teplote. Spotreba odobraného tepla je priamo závislá na tepelnej strate budov a vonkajšej teplote. Nakoľko v skutočnosti sa bude meniť iba vonkajšia teplota, bude spotreba tepla priamo úmerná tejto teplote.

Pri pravidelnom dennom odpočte spotreby a priemerných vonkajších teplôt je možno veľmi rýchlo odhaliť neštandardné stavy, ktoré vždy signalizujú poruchu či merania alebo regulácie. Včasné odhalenie poruchy je základom minimalizácie prípadných strát.

Pre realizáciu tohto opatrenia je potrebné za zdroje tepla zabudovať merače vyrobenej tepelnej energie a pre spotrebu teplej vody merače tepelnej energie.

Toto opatrenie navrhujeme realizovať z vlastných zdrojov. Nejedná sa o opatrenie realizovateľné formou GES, nakoľko sa hlavne jedná systematickú kontrolu prevádzkovaného zariadenia, pravidelné sledovanie množstva odobraného tepla závislého na vonkajšej teplote a v neposlednom rade o pravidelný denný odpočet spotreby, ktoré by vykonával zaškolený interný zamestnanec. Jediný náklad, ktorý v tejto súvislosti vzniká je náklad spojený napr. so softwarom resp. obstaraním meračov tepelnej energie.

#### 5.1.2 Uvedomelé chovanie pracovníkov

Veľmi podceňovanou oblasťou úspor je chovanie samotných pracovníkov vo vykurovaných objektoch. Pribežné informovanie pracovníkov o možných úsporách energií môže priniesť podstatné výsledky.

Všeobecne platí, že zníženie teploty o 1 °C vo vykurovanom priestore môže priniesť úsporu cca 6 % tepelnej energie.



Základným pravidlom je udržiavanie vhodnej teploty v miestnosti pomocou termostatických ventilov a nie vetraním priestorov otváraním okien. Vo vykurovacej sezóne by sa malo taktiež vetrať intenzívne a krátko.

Vstupné dvere je potrebné nechať otvorené na bezpodmienečne nutnú dobu.

Toto opatrenie navrhujeme realizovať z vlastných zdrojov. Nejedná sa o opatrenie realizovateľné formou GES, nakoľko sa hlavne jedná o osvetu, resp. zaškolenie interných zamestnancov resp. užívateľov budovy a ich uvedomelé správanie sa. Jediný náklad, ktorý v tejto súvislosti vzniká, je náklad spojený napr. so školením, resp. s vypracovaním interného manuálu uvedomelého a zodpovedného správania sa zamestnancov v budove.

### **5.1.3 Pravidelná údržba a servis areálových rozvodov teplonosného média**

Pre zníženie energetickej náročnosti je potrebné zabezpečiť pravidelný servis a opravu rozvodov teplonosného média. To znamená opravu znehodnotených izolácií a samotných potrubí respektíve spojov a armatúr.

Toto opatrenie navrhujeme realizovať z vlastných zdrojov. Nejedná sa o opatrenie realizovateľné formou GES, nakoľko sa hlavne jedná o osvetu, resp. zaškolenie interných zamestnancov resp. užívateľov budovy a ich uvedomelé správanie sa.

## **5.2 Vysoko nákladové úsporné opatrenia**

V rámci vysoko nákladových opatrení boli navrhnuté nasledovné opatrenia:

- Zlepšenie tepelno-technických vlastností konštrukcií ich zateplením
- Rekonštrukcia vykurovacej sústavy a inštalácia rekuperačného zariadenia
- Inštalácia malého zdroja elektrickej energie – fotovoltaikej elektrárne – FTVE 10 kWp
- Rekonštrukcia osvetlenia

### **Zlepšenie tepelno-technických vlastností konštrukcií ich zateplením**

Pre zníženie energetickej náročnosti na vykurovanie sú navrhnuté nasledovné opatrenia:

- Obvodové steny prízemí a poschodí po odstránení pôvodnej tepelnej izolácie zateplíť minerálnou vatou hr. 200 mm (napr. Isover TF Profi, Knauf Insulation)
- Strop nad poschodím zateplíť minerálnou vatou Isover Uniroll profi hr. 250 mm s vytvorením pochôdných lavičiek.
- Strop nad nevykurovanou kotolňou a uhoľňou zateplíť minerálnou vatou hr. 120 mm (napr. Isover TF Profi, Knauf Insulation)
- Okná vymeniť za plastové s izolačným trojsklom s  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ďalej sa odporúčajú opatrenia na zabránenie vzliňavej vlhkosti stien a odvedenia dažďovej vody z bezprostredného okolia budovy.

### **Zloženie stavebných konštrukcií**

Tab. 24 Návrh zloženia konštrukcií - obvodová stena

Zloženie	Hrúbka (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> K/W)
$R_{si}$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,13
Omietka štuková	0,03	0,88	0,034
Murivo z tehál metrického formátu	0,365	0,69	0,529
Omietka brizolitová	0,03	0,99	0,030
Polystyrén EPS F	0,08	0,038	2,105
Polystyrén greywall	0,12	0,033	3,636
Lepidlo so sieťkou + stierka	0,006	0,99	0,006
$R_{se}$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,04
		$R_o =$	6,51
Súčiniteľ prechodu tepla $U=1/R_o$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,154
Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540- 2		$U_{ri}=0,15$ W/(m <sup>2</sup> K)	
Obvodová stena vyhovuje požiadavke STN, $U < U_{ri}$			

Tab. 25 Návrh zloženia konštrukcií – stena k nevykurovanému priestoru

Zloženie	Hrúbka (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> K/W)
$R_{si}$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,13
Omietka štuková	0,03	0,88	0,034
Murivo z tehál metrického formátu	0,365	0,69	0,529
Omietka štuková	0,03	0,88	0,034
$R_{se}$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,04
		$R_o =$	0,77
Súčiniteľ prechodu tepla $U=1/R_o$ (W/m <sup>2</sup> K)			1,303
Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540- 2		$U_{ri}=0,55$ W/(m <sup>2</sup> K)	
Obvodová stena nevyhovuje požiadavke STN, $U > U_{ri}$			

Tab. 26 Návrh zloženia konštrukcií – strop nad poschodím

Zloženie	Hrúbka (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> K/W)
$R_{si}$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,10
Omietka štuková	0,015	0,88	0,017
Železobetónové stropné panely	0,25	1,43	0,175
Škvarový násyp	0,2	0,21	0,952
Plynosilikátové tvárnice	0,15	0,21	0,714
Hydroizolácia	0,01	0,21	0,048
Minerálna vata Isover Uniroll Profi	0,25	0,035	7,143
$R_{se}$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,04
		$R_o =$	9,19
Súčiniteľ prechodu tepla $U=1/R_o$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,109
Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540- 2		$U_{ri}=0,10$ W/(m <sup>2</sup> K)	

Strop nad podkrovím vyhovuje požiadavke STN,  $U < U_{r1}$

Tab. 27 Návrh zloženia konštrukcií – strop nad nevykurovanou kotelňou

Zloženie	Hrúbka (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> K/W)
$R_{si}$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,17
PVC podlahovina	0,003	0,16	0,019
Betónová poter	0,05	1,23	0,041
Železobetónové stropné panely	0,25	1,43	0,175
Omietka štuková	0,015	0,88	0,017
Minerálna vata Knauf insulation	0,12	0,035	3,429
Lepidlo so sieťkou + štuk	0,006	0,99	0,006
$R_{se}$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,04
		$R_o =$	3,90
Súčiniteľ prechodu tepla $U=1/R_o$ (W/m <sup>2</sup> K)			0,257
Odporúčaná hodnota podľa STN 73 0540- 2 $U_{r1}=0,15$ W/(m <sup>2</sup> K)			
Strop nad nevykurovanou kotelňou vyhovuje požiadavke STN, $U < U_{r1}$			

#### **Potreba tepla na vykurovanie objektu po realizácii tepelno-technických opatrení uvedených**

Výpočet tepelného príkonu na vykurovanie objektov po realizácii tepelno-technických opatrení bol realizovaný na základe STN EN 12 831 a STN 73 0540-2. Tepelné príkony na vykurovanie a prípravu teplej vody sú uvedené v nasledujúcich tabuľkách. Potreba tepla za rok predstavuje celkovú vypočítanú spotrebu tepla rovnú tepelným stratám hodnoteného priestoru po zohľadnení tepelných ziskov v kWh za rok bez strát pri odovzdávaní a distribúcii tepla.

#### **Rekonštrukcia vykurovacej sústavy**

V rámci rekonštrukcie vykurovacej sústavy sa navrhuje doplniť termoregulačnými ventilmi a termostatickými hlaviciami na vykurovacie telesá, ktoré ich nemajú. Zdrojom tepla bude tepelné čerpadlo vzduch – voda a ako doplnkový zdroj bude slúžiť kotol na biomasu. Podrobnejší popis je predmetom PD.

Na zníženie tepelných strát je navrhnutá výmena vzduchu s rekuperáciou. Minimálny potrebný vzduchový výkon je 2033 m<sup>3</sup>/h.

#### **Inštalácia malého zdroja elektrickej energie – fotovoltickej elektrárne – FTVE 10,36 kWp**

V tomto variante sa uvažuje s inštaláciou fotovoltických panelov na streche objektu. Fotovoltické panely budú pracovať v režime dodávky energie pre vlastnú spotrebu daného objektu. Vzhľadom na inštalovaný výkon FTVE by celá produkcia elektrickej energie mala byť spotrebovaná. V prípade nadlimitnej výroby elektrickej energie z FTVE, bude elektrická energia dodávaná do siete. V tomto racionalizačnom variante sa počíta s inštaláciou FTVE s maximálnym výkonom 9,84 kWp – je potrebné požiadať o pripojenie LZE do distribučnej sústavy a spracovať potrebnú projektovú dokumentáciu.



Pre výpočet vyrobenej elektrickej energie boli použité údaje z STN ISO 13790:2008. Podľa STN ISO 13790:2008 bolo miesto inštalácie podľa energie slnečného žiarenia na vodorovnú plochu zaradené do oblasti 2 – nižšie a stredné polohy v kotlinách s väčšou oblačnosťou v teplom polroku, ale s málo zakaleným horizontom.

Na základe zistenej spotreby uvažovaného objektu, sa vo variante s FTVE počíta s inštaláciou 24 ks fotovoltaických panelov o celkovom maximálnom inštalovanom výkone 9,840 kWp. Parametre jedného FTV panelu sú uvedené v tabuľke:

Tab. 28 Parametre fotovoltaického panelu

<b>Typ fotovoltaického panelu</b>	Vitovolt 300 M410WE
<b>Maximálny výkon (W)</b>	410
<b>Typ polovodiča</b>	Monokryštalický – half cut
<b>Napätie pri menovitom výkone/naprázdno (V)</b>	38,8/46,6
<b>Prúd pri menovitom výkone / nakrátko (A)</b>	10,57/11,07
<b>Účinnosť (%)</b>	20,92
<b>Výkon pri NOTC</b>	1719x1140x35
<b>Rozmery (mm)</b>	Vitovolt 300 M410WE

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené parametre malého zdroja elektrickej energie – fotovoltaickej elektrárne inštalovanej na streche budovy.

Tab. 29 Parametre fotovoltaického zdroja elektrickej energie

<b>Inštalovaný výkon (kW)</b>	9,840
<b>Počet panelov (ks)</b>	24
<b>Sklon panelov (°)</b>	10°
<b>Natočenie panelov (°)</b>	205°
<b>Nadmorská výška (m)</b>	606
<b>Typ striedača</b>	HUAWEI SUN2000-8KTL
<b>Maximálny výkon pri <math>\cos\phi=1</math> (kW)</b>	8
<b>Počet vstupov na MPPT (-)</b>	1
<b>Počet MPPT (-)</b>	2
<b>Maximálna účinnosť (%)</b>	98,6
<b>Pracovné napätie na vstupoch (V)</b>	600 - 980

#### Odhad investičných nákladov a potenciálnych úspor

Tabuľka uvádza parametre a výpočet vyrobenej elektrickej energie po inštalovaní fotovoltaickej elektrárne.

Tab. 30 Výpočet ročnej produkcie elektrickej energie fotovoltaickej elektrárne

<b>Priemerná ročná suma slnečného žiarenia v mieste inštalácie (kWh/m<sup>2</sup>)</b>	1 181
<b>Oblasť</b>	2



**Maximálna ročná produkcia elektrickej energie (kWh)**

**9 300**

Pri výpočtoch boli uvažované celkové straty v systéme (straty v paneloch, straty odrazmi, straty v meničoch a vedení) na úrovni 17,48 %. Uvedené straty sú tzv. „najhorší prípad“, reálne straty v systéme sú o cca 3 až 5% nižšie.

**Investičné náklady – FTVE**

V tabuľkách sú uvedené predpokladané náklady na realizáciu navrhovaných opatrení a vyčíslené predpokladané úspory. V nákladoch je započítaný nákup nových fotovoltaiických panelov, nákup výkonových polovodičových meničov, batérií a režijné náklady (montáž, nové vedenia atď.).

Tab. 31 Investičné náklady – FTVE

<b>Panely</b>	
Cena za 1 panel (Eur)	215
Počet panelov (ks)	24
Celková cena panelov (Eur)	4 452
<b>OSTATNÉ</b>	
Cena za 1 menič (Eur)	1 890
Počet meničov (ks)	1
Celkom za meniče (Eur)	1 890
Kabeláž + elektroinštalácia (Eur)	1 900
Konštrukcia + montáž (Eur)	1500+ 1200
Príprava PD + ostatné náklady	1 500
Celkom za ostatné	7 990
<b>Celkom (Eur)</b>	<b>12 442</b>

Tab. 32 Potenciálne úspory pre posudzovaný objekt

<b>Objekt</b>	<b>FTVE</b>		<b>Úspora</b>	<b>Investície</b>	<b>Jednoduchá návratnosť (rok)</b>
	<b>Inštalovaný výkon (kW)</b>	<b>Vyrobená EE (kWh)</b>	<b>Náklady (Eur)</b>	<b>Celkom (EUR)</b>	
<b>ZŠ</b>	9,840	9 300	1 670	12 442	7,45

\*Poznámka – ceny sú bez DPH

**Poznámka:**

Výpočty potenciálnych úspor sú iba orientačné. Pri výpočte návratnosti bola použitá cena 0,1795 Eur/kWh. Celková vypočítaná produkcia elektrickej energie FTV elektrárnou je pri ideálnom stave, počíta sa s predajom prebytkov do DS. Pred inštaláciou FTV elektrárne je potrebné spracovať projektovú dokumentáciu spolu s potrebnými žiadosťami o pripojenie.

**Rekonštrukcia osvetlenia**

Pre zhodnotenie energetického hospodárstva bol zostavený jeden racionalizačný variant. Každý variant obsahuje výpočet energetických a ekonomických prínosov. V prípade potenciálnej úspory

elektrickej energie na osvetlenie úsporného opatrenia, uvažujeme s ponechaním rozloženia pôvodnej osvetľovacej sústavy, avšak navrhujeme zámenu zdrojov svetla za energeticky úspornejšie, prípadne s vyšším výkonom tak, aby boli dosiahnuté požiadavky na osvetlenosť a rovnomernosť osvetlenia v zmysle STN EN 12464-1.

### **Ponechanie pôvodnej osvetľovacej sústavy so súčasnou záménou zdrojov svetla alebo pridaním zdrojov svetla**

V tomto variante sa uvažuje s ponechaním pôvodnej osvetľovacej sústavy so súčasnou záménou zdrojov svetla alebo pridaním zdrojov svetla tam, kde je to potrebné na základe merania osvetlenosti. Výpočet investičných nákladov zahŕňa nákup energeticky úspornejších svietidiel a zdrojov svetla demontáž a montáž.

Odporúčaná zámena pôvodných svietidiel a zdrojov svetla za nové energeticky úspornejšie svietidlá a zdroje svetla je znázornená v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 33 Navrhované náhrady za pôvodné typy svietidiel a svetelných zdrojov

Ozn.	Typ	Montáž	Pn	Svetelný zdroj						Predradník
				Typ	n	Pl	Tc	Ra	Pätica	Typ
			W		ks	W	K	%		
NA	LED svietidlo 40W	S/N	40	D	2	20	4000	>80	-	E
NB	LED svietidlo 30W	S/N	30	D	1	30	4000	>80	-	E
NC	LED svietidlo 20W	S/N	20	D	1	20	4000	>80	-	E
ND	LED svietidlo 40W	S/N	40	D	2	20	4000	>80	-	E
NE	LED svietidlo 30W	S/N	30	D	1	30	4000	>80	-	E

V nasledujúcej tabuľke je uvedená sumarizácia náhradných svietidiel spolu s ich príkonmi.

Tab. 34 Súhrn odporúčaných náhrad

Náhradné svietidlo/ zdroj svetla	Označenie	Náhrada za
VM Elektro VML 340 PT, 40W, 4760lm, 4000K, IP 40	NA	 A, B triedy, kancelárie, chodby
VM Elektro VML 330 AP1 P C, 30W, 2940lm, 4000K, IP 40	NB	 C,D triedy, kancelárie, chodby

marecoLUCE BELLATRIX LED 20W,  
2080lm, 4000K, IP 65

NC



E

VM Elektro VML 340 AM, 40W,  
4900lm, 4000K, IP 65

ND



A,B  
kuchyňa,  
pivničné  
priestory

VM Elektro VML 330 P, 30W, 3350lm,  
4000K, IP 40

NE



C,D  
kuchyňa,  
pivničné  
priestory,  
kotelňa

Odhad spotreby, investičných nákladov a potenciálnych úspor osvetľovacej sústavy

#### Úsporné opatrenie pre posudzovaný objekt/posudzovaných objektov

Nasledujúca tabuľka uvádza počty svietidiel s uvedením typu náhrady pre priestory posudzovaného objektu s odhadom ročnej spotreby pre úsporné opatrenie.

Tab. 35 Spotreba osvetľovacej sústavy posudzovaného objektu/posudzovaných objektov – úsporné opatrenie

objekt	typ svietidla	ks	výkon (W)	príkon/svietidlo (W)	príkon/miestnosť (kW)	odhad ročnej spotreby (kWh)
ZŠ Oravská Polhora	NA	31	40W	40	1,24	1834,41
	NA	40	40W	40	1,60	2366,98
	NB	38	30W	30	1,14	1686,47
	NB	12	30W	30	0,36	532,57
	NC	8	20W	20	0,16	236,70
		<b>129</b>			<b>4,50</b>	<b>6657,12</b>

Tab. 36 Spotreba osvetľovacej sústavy posudzovaných objektov po úspornom opatrení

<b>Odhad celkového príkonu priestorov – úsporné opatrenie (kW)</b>	<b>4,50</b>
<b>Odhad celkovej ročnej spotreby priestorov – úsporné opatrenie (kWh)</b>	<b>6 657,12</b>

Tab. 37 Číselný ukazovateľ energie na osvetlenie priestorov

Objekt	Úsporné opatrenie	
	LENI (kWh/m <sup>2</sup> .a)	En. trieda
ZŠ Oravská Polhora	5,07	A



Tab. 38 Odhad úspor elektrickej energie svietidiel vo všetkých posudzovaných priestoroch po výmene za energeticky hospodárnejšie – úsporné opatrenie

<b>Odhad celkového príkonu svietidiel– úsporné opatrenie (kW)</b>	<b>4,50</b>
<b>Odhad celkovej ročnej spotreby elektrickej energie osvetlenia – úsporné opatrenie (kWh)</b>	<b>6 657,12</b>
<b>Predpokladané úspory elektrickej energie – úsporné opatrenie (kWh)</b>	<b>5 917,44</b>
<b>Predpokladané úspory elektrickej energie (%)</b>	<b>47,06</b>

#### Investičné náklady – úsporné opatrenie

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené VO ceny za jednotlivé náhradné zdroje svetla. Uvedené ceny sú bez DPH.

Tab. 39 Cenníkové ceny za jednotlivé náhradné zdroje svetla

<b>Náhradné svietidlo/ zdroj svetla</b>	<b>Cena (Eur)</b>
VM Elektro VML 340 PT, 40W, 4760lm, 4000K, IP 40	105
VM Elektro VML 330 AP1 P C, 30W, 2940lm, 4000K, IP 40	140
marecoLUCE BELLATRIX LED 20W, 2080lm, 4000K, IP 65	25
VM Elektro VML 340 AM, 40W, 4900lm, 4000K, IP 65	105
VM Elektro VML 330 P, 30W, 3350lm, 4000K, IP 40	140

\*Poznámka – ceny sú bez DPH

Uvedené typy môžu byť nahradené iným technicky zhodným ekvivalentom. Pred inštaláciou svietidiel je potrebné spracovať projektovú dokumentáciu, vrátane svetlotechnického výpočtu.

V nasledujúcich tabuľkách sú uvedené predpokladané náklady na realizáciu navrhovaných opatrení vrátane vyčíslenia predpokladaných úspor. V nákladoch je započítaný nákup nových svietidiel a režijné náklady cca 40% (montáž, demontáž svietidiel, nové vedenia pre svietidlá, projekt atď.). V nákladoch nie sú zahrnuté náklady na nové rozvody el. energie pre dodatočné zdroje svetla, prípadne celková výmena rozvodov.

Tab. 40 Investičné náklady pre posudzovaný objekt/objekty

<b>Investícia na nákup nových svietidiel (Eur)</b>	<b>14 655 €</b>
<b>Režijné náklady + projektová dokumentácia (Eur)</b>	<b>5 862 €</b>
<b>Investícia (celkom)</b>	<b>20 517 €</b>

\*Poznámka – ceny sú bez DPH

Tab. 41 Potenciálne úspory

<b>Objekt</b>	<b>Súčasný stav</b>		<b>Úsporné opatrenie</b>		<b>Rozdiel (úspora)</b>		<b>Investície Celkom (EUR)</b>	<b>Jednoduchá návratnosť (rok)</b>
	<b>Príkon svietidiel (kW)</b>	<b>Ročná spotreba (kWh)</b>	<b>Príkon svietidiel (kW)</b>	<b>Ročná spotreba (kWh)</b>	<b>Ročná spotreba (kWh)</b>	<b>Ročná spotreba (%)</b>		
<b>ZŠ</b>								
<b>Oravská Polhora</b>	8,50	12574,56	4,50	6657,12	5917,44	47,06	20 517	19,3

Tab. 42 Číselný ukazovateľ energie na osvetlenie priestorov

<b>Objekt</b>	<b>Súčasný stav</b>	<b>Úsporné opatrenie</b>	<b>Úspora</b>
---------------	---------------------	--------------------------	---------------

	LENI (kWh/m <sup>2</sup> .a)	En. trieda	LENI (kWh/m <sup>2</sup> .a)	En. trieda	kWh/m <sup>2</sup> .a	%
<b>ZŠ Oravská Polhora</b>	9,57	<b>B</b>	5,07	<b>A</b>	4,50	47,06

Tab. 43 Zníženie tepelného príkonu:

Budova	Tepelný príkon [kW]	Tepelný príkon po úsporných opatreniach [kW]	Zníženie tepelného príkonu [kW]
Vykurovanie	71,33	34,82	36,51
TV	10,00	10,00	0,00
<b>Suma</b>	<b>81,33</b>	<b>44,82</b>	<b>36,51</b>

Nasledujúca tabuľka uvádza úspory spotreby tepelnej energie na vykurovanie, ktorá predstavuje potrebu dodaného tepla do budovy so zohľadnením tepelných ziskov, bez uvažovania strát pri odovzdávaní a distribúcii. Zníženie spotreby tepla teda zohľadňuje vplyv zmenšenia tepelných strát hlavne prechodom tepla cez stavebné konštrukcie.

Tab. 44 Potreba tepla na vykurovanie objektov po realizácii tepelno-technických opatrení

Budova	Spotreba tepla pred realizáciou tepelno- technických opatrení [kWh/rok]	Spotreba tepla po realizácii tepelno- technických opatrení [kWh/rok]	Zníženie spotreby tepla [kWh/rok]
Budova	68 128,41	18 120,62	50 007,80
TV	13 141,00	13 141,00	0,00
<b>Suma</b>	<b>81 269,41</b>	<b>31 261,62</b>	<b>50 007,80</b>

- v tabuľke je uvedená potreba tepla na vykurovanie a prípravu teplej vody bez strát na rozvodoch

#### Vypočítaná spotreba energie na vykurovanie a prípravu TV po realizácii opatrení

Na základe realizovaných výpočtov tepelných strát jednotlivých častí budovy, požadovanej teploty, spôsobu prevádzky a potreby tepla pre TV bol realizovaný výpočet ročnej potreby energie na vykurovanie. Nasledujúca tabuľka porovnáva potreby energie pred a po navrhovaných opatreniach. Potreba tepelnej energie predstavuje celkovú spotrebu tepelnej energie v budove vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe danej energie bez elektrickej energie na pohony, čerpadlá a ostatné. Zníženie spotreby tepelnej energie teda predstavuje možnú úsporu energie po realizácii stavebných opatrení, ktorá sa premietne aj do zníženia strát pri odovzdávaní a distribúcii tepelnej energie do vykurovaného priestoru.

Tab. 45 Ročná potreba tepla na vykurovanie, prípravu TV po realizácii opatrení

Budova	Potreba energie za rok vrátane elektriny na UK a TV a Osvetlenie pôvodný stav[kWh/rok] <sup>2</sup>		Potreba energie za rok vrátane elektriny na UK a TV a Osvetlenie [kWh/rok] <sup>2</sup>		Úspora energie [kWh/rok]	
	163 073,15		12 504,75		150 568,39	
Budova	Teplo	Elektrina	Teplo	Elektrina	Teplo	Elektrina
		27 865,62		10 472,50		



135 207,53	Pohony 15 291,06	Osvetlenie 12 574,56	2 032,25	Pohony 6 605,38	Osvetlenie 3 867,12	133 175,27	17 393,12
------------	---------------------	-------------------------	----------	--------------------	------------------------	------------	-----------

- v tabuľke je uvedená potreba tepelnej energie na vykurovanie, prípravu teplej vody vrátane tepelných strát pri príprave a distribúcii a potreba elektrickej energie na pohon čerpadiel

Tab. 46 Zníženie spotreby energie oproti reálnej spotrebe

Budova	Spotreba energie za rok [kWh/rok]		Predpokladaná spotreba energie za rok [kWh/rok] faktor transformácie a distribúcie po úsporných opatreniach		Úspora energie [kWh/rok]	
	184 278,92		33 710,52		150 568,39	
Budova	Teplo	Elektrina	Teplo	Elektrina	Teplo	Elektrina
	161 367,92	22 911,00	28 192,64	5 517,88	133 175,27	17 393,12

- v tabuľke je uvedená reálna spotreba tepelnej a elektrickej energie a jej úspora na vykurovanie, prípravu teplej vody vrátane tepelných strát pri príprave, distribúcii a spotreba elektrickej energie na pohon čerpadiel a elektrická energia na osvetlenie

Variant vychádza z analýzy nákladov založenej na životnom cykle (LCCA) namiesto jednoduchých období návratnosti (SPP) s cieľom zohľadniť dlhodobé úspory, zostatkové hodnoty dlhodobých investícií a diskontné sadzby.

Tab. 47 Ekonomické zhodnotenie po aplikácii opatrení

Ukazovateľ	Variant
Náklady na realizáciu súboru opatrení	317 033
Zmena nákladov na zabezpečenie energie [-zníženie/+zvýšenie]	-7 476
Zmena osobných nákladov, napr. mzdy, poistné, .....[-/+]	
Zmena ostatných prevádzkových nákladov, napr. opravy a údržba, služby, réžia, poistenie majetku a iné [-/+]	
Zmena iných samostatne uvádzaných nákladov, napr. emisie, odpady a iné [-/+]	
Zmena tržieb, napr. za teplo, elektrinu, využité odpady a iné [-/+]	
<b>Prínosy z realizácie súboru opatrení celkom</b>	<b>7 476</b>
Doba hodnotenia	30
Diskontný faktor	2
Jednoduchá doba návratnosti (Ts)	42,4
Reálna doba návratnosti (Tsd)	96
Čistá súčasná hodnota (NPV)	-149 599
Vnútorné výnosové percento (IRR)	0,0

### Potreby a úspory energií po navrhovaných opatreniach

Energetický audit neobsahuje opatrenia ani „výdavky súvisiace s poskytovaním energetickej služby s garantovanou úsporou energie“.

Navrhované opatrenia nie je vhodné realizovať formou garantovanej energetickej služby.



Po realizácii úsporných riešení dôjde k úsporám elektrickej energie, čo sa prejaví na zníženej spotrebe elektrickej energie na vykurovanie a prípravu TV. Nasledujúca tabuľka uvádza vypočítané hodnoty spotreby energie pred a po realizácii úsporných opatrení.

Pre výpočet uspor primárnej energie boli transformačné a prepočítavacie faktory účinnosti výroby a distribúcie tepla, emisií oxidu uhličitého, primárnej energie a hodnoty výhrevnosti palív prevzaté zo zbierky zákonov č. 364/2012, kde faktor primárnej energie pre elektrickú energiu je určený z hodnôt podľa technickej normy, pri uvažovaní energetického mixu pre Slovenskú republiku (66 % z jadrových elektrární, 13 % z vodných elektrární a 21 % z tepelných elektrární na fosílné palivo)  $f=2,2$  a faktor primárnej energie pre teplo uhlia je  $f=1,1$  a z drevnej štiepky je  $f=0,15$ .

Tab. 48 Spotreba energie na vykurovanie a prípravu teplej vody pre jednotlivé budovy

VARIANT / BUDOVA	Potreba energie na UK/osvetlenie [kWh/rok]		Potreba energie po úpravách [kWh/rok]		Úspora [kWh/rok]		Úspora primárnej energie [kWh/rok]	
	Teplo	Elektrická energia	Teplo	Elektrická energia	Teplo	Elektrická energia	Teplo	Elektrická energia
1 Zlepšenie tepelno- technických vlastností konštrukcií, rekonštrukcia vykurovania, rekuperácia, Inštalácia malého zdroja elektrickej energie – fotovoltaickej elektrárne – FTVE 10,36 kWp Rekonštrukcia osvetlenia	161 368	22 911	28 193	5 518	133 175	17 393	158 479	38 265

### 5.3 Investičné náklady na realizáciu jednotlivých variantov

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené investičné náklady na realizáciu jednotlivých opatrení.

Tab. 49 Investičné náklady

VARIANT / BUDOVA	Úspora prevádzkových nákladov €/rok.			Investičné náklady €
	Plyn/Teplo	Elektrická energia	Celkom	
1 Variant	4 178,54	3 1220,6	7 300,61	317 032,55

Tab. 50 Investičné náklady

VARIANT	Úspora energie [kWh/rok]		Investičné náklady [€]	Predbežné investičné náklady [€/MWh]
	Teplo	Elektrická energia		Teplo/Elektrická energia
1 Variant	133 175,27	17 393,12	317 032,55	2105,6

**Z hľadiska realizácie opatrení navrhujeme realizovať všetky navrhované opatrenia.**

Po úprave navrhovanými opatreniami bude budova v nasledujúcich kategóriách.

	Veličina	Potreba tepla / energie - aktuálny stav v kWh/(m².a)	Škály energetických tried	Potreba tepla / energie - po realizácii navrhovaných úprav v kWh/(m².a)	Škály energetických tried	Úspora tepla / energie v kWh/(m².a)	Potenciál úspor v %
7	Potreba tepla na vykurovanie	51,84		13,79		38,05	73,4%
	<b>Potreba energie:</b>						
8	na vykurovanie	104,07	<b>B</b>	5,87	<b>A</b>	98,21	94,36%
9	na prípravu teplej vody	10,45	<b>A</b>	0,71	<b>A</b>	9,75	93,2%
10	na chladenie/vetranie	0,00	<b>A</b>	0,00	<b>A</b>	0,00	
11	na osvetlenie	9,57	<b>A</b>	2,94	<b>A</b>	6,63	69,2%
12	<b>Celková potreba energie kWh/(m².a):</b>	<b>124,09</b>	<b>A</b>	9,52	<b>A</b>	114,58	92,3%
13	<b>Primárna energia kWh/(m².a):</b>	<b>159,83</b>	<b>A1</b>	17,76	<b>A0</b>	142,07	88,9%
	<b>Odpočítateľná tepelná a elektrická energia:</b>						
15	solárna tepelná						
16	solárna fotovoltická			7,08			
17	kogenerácia						
18	Tepelná energia z iného obnoviteľného zdroja						

## 6 EKONOMICKÉ HODNOTENIE

Výpočet ekonomických ukazovateľov projektu je uskutočnený na základe nasledovných ukazovateľov:

a) jednoduchá doba návratnosti – doba splatenia investície ( $T_S$ )

$$T_S = IN / CF$$

kde: IN - investičné výdaje projektu

CF - ročné prínosy projektu (cashflow, zmena peňažných tokov po realizácii projektu)

b) reálna doba návratnosti (doba splatenia investície pri uväzovaní diskontnej sadzby)  $T_{sd}$  sa vyráta z podmienky

$$\sum_{t=1}^{T_{sd}} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - IN = 0$$

kde:  $CF_t$  - ročné prínosy

r - diskont

$(1+r)^t$  - odúčiteľ

Základnými ukazovateľmi ekonomickej efektívnosti investičných opatrení sú:

c) čistá súčasná hodnota (**NPV**)

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_z} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - IN$$

kde:  $T_z$  - doba životnosti (hodnotení) projektu

$CF_t$  - Cash - Flow projektu v roku t

r - diskont

t - hodnotené obdobie

d) vnútorné výnosové percento (**IRR**)

Hodnota vnútorného výnosového percenta (IRR) sa vypočíta z podmienky

$$\sum_{t=1}^{T_z} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - IN = 0$$

Pre ekonomické vyhotovenie bolo hodnotené obdobie uvažované v súlade s technickou životnosťou investície a to 20 rokov. Pre účely výpočtov boli uvažované:

- Prostá doba návratnosti ( $T_{sd}$ ), t. j. podiel nákladov na investície a ročných výnosov
- Vnútorné výnosové percento (**IRR**), t. j. úroková miera, pri ktorej bude  $NPV = 0$
- Čistá súčasná hodnota (**NPV**), t. j. kumulované diskontované výnosy



- Doba sledovania projektu bola zvolená **t = 30 rokov**
- Cena jednotlivých energií je uvedená v predchádzajúcich textoch
- Uvažovaná diskontná sadzba je **r = 2,0 %**

Tab. 51 Výsledky ekonomického vyhodnotenia

Číslo Varianty	Názov opatrenia	Náklady	Ročné úspory					Celkom
			Energia	Náklady na energiu	Osobné náklady	Náklady na opravy a údržbu	Ostatné náklady	
1	Zlepšenie tepelno-technických vlastností konštrukcií, rekonštrukcia vykurovania, rekuperácia, Inštalácia malého zdroja elektrickej energie – fotovoltaiickej elektrárne – FTVE 10,36 kWp Rekonštrukcia osvetlenia	317 033	150,568	7 301	0	0	0	7 301

Tab. 52 Výsledky ekonomického vyhodnotenia – 2.časť

Ukazovateľ	Variant	Jednotka
Náklady na realizáciu súboru opatrení	317 033	€
Zmena nákladov na zabezpečenie energie		€/rok
[-zníženie/+zvýšenie]	-7 301	
Zmena osobných nákladov, napr. mzdy, poistné, .....[-/+]		€/rok
Zmena ostatných prevádzkových nákladov, napr. opravy a údržba, služby, réžia, poistenie majetku a iné [-/+]		€/rok
Zmena iných samostatne uvádzaných nákladov, napr. emisie, odpady a iné [-/+]		€/rok
Zmena tržieb, napr. za teplo, elektrinu, využité odpady a iné [-/+]		€/rok
<b>Prínosy z realizácie súboru opatrení celkom</b>	<b>7 301</b>	€/rok
Doba hodnotenia	30	rok
Diskontný faktor	2	%
Jednoduchá doba návratnosti (Ts)	43,4	rok
Reálna doba návratnosti (Tsd)	96,0	rok
Čistá súčasná hodnota (NPV)	-153 525	€
Vnútorne výnosové percento (IRR)	0,0	%
Daň z príjmov		€
Iné údaje		

## 7 ENVIROMENTÁLNE VYHODNOTENIE

### 7.1 Výpočet množstva emisií

Pri prevádzke budovy vznikajú rôzne odpady s dopadom na životné prostredie, najdôležitejší a v energetickom audite hodnoteným je emisný plyn CO<sub>2</sub>, ktorý vzniká pri výrobe elektrickej energie a pri spaľovaní plyných palív. Množstvo emisií bolo vypočítané na základe emisných faktorov pri výrobe elektrickej energie a tepelnej energie. Pri výpočte pôvodného stavu sa vychádzalo z hodnôt nakupovaných energií za posledný rok.

Tab. 53 Úspory emisií – zníženie zaťaženia pri jednotlivých variantoch

VARIANT / BUDOVA	Potreba [kWh/rok]		Znečisťujúca látka kg/rok					
	Plyn/ Teplo	Elektrická energia	TZL		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
			PM10	Zvyšok				
Pôvodný stav	161367,92	22911,00	131,87	191,69	339,87	150,20	3402,64	67405,10

VARIANT / BUDOVA	Úspora [kWh/rok]		Znečisťujúca látka kg/rok					
	Plyn/ Teplo	Elektrická energia	TZL		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
			PM10	Zvyšok				
Zlepšenie tepelno- technických vlastností konštrukcií, rekonštrukcia vykurovania, rekuperácia,								
1 Inštalácia malého zdroja elektrickej energie – fotovoltaickej elektrárne – FTVE 10,36 kWp Rekonštrukcia osvetlenia	112 883,67	4 863,53	108,56	158,20	4,44	23,12	9,67	25 646,62

## 8 ODPORÚČANIE OPTIMÁLNEHO VARIANTU SÚBORU OPATRENÍ

### 8.1 Výber optimálneho variantu

Výber optimálneho variantu sa vykonával pomocou určitých hodnotiacich kritérií:

**Ekonomické kritérium:**

V tomto kritériu sa zohľadňuje výška investičných nákladov na jednotlivé varianty úspor, kde jedným z bodov je sledovanie návratnosti investície na jednotlivé varianty úspor.

**Environmentálne kritérium:**

Z environmentálneho hľadiska je najvýhodnejší variant s najväčším prínosom na zníženie emisného zaťaženia životného prostredia.

**Technické kritérium:**

Toto kritérium zohľadňuje technické a technologické možnosti využitia samotných návrhov pre danú budovu, samozrejme s prihliadnutím na životnosť navrhovaných technológií v daných variantoch.

**Prevádzkové kritérium:**

Týmto posúdením sa zohľadní vhodnosť navrhovaných variantov z hľadiska prevádzky a údržby navrhovaných riešení.

**Úžitkové kritérium:**

Predpokladá sa, že zvolením vhodného variantu opatrenia pre šetrenia energií dôjde k samotnému zhodnoteniu daného objektu a v neposlednom rade aj získanie nižšej triedy pri energetickej certifikácii.

### 8.2 Záver - zhrnutie výsledkov energetického auditu

Zdrojová časť tepelného hospodárstva je nevyhovujúca, technologické vybavenie vyžaduje rekonštrukciu. Na vykurovanie objektu slúži kotolňa na tuhé palivo umiestnená na prvom nadzemnom podlaží v samostatnej miestnosti. Objekt je vykurovaný panelovými oceľovými vykurovacími telesami. Telesa sú prevažne osadené termoregulačnými ventilmi a termostatickými hlaviciami.

Teplá voda pre osobnú hygienu je pripravovaná lokálne v mieste spotreby zásobníkovými alebo prietokovými elektrickými ohrievačmi.

Z uvedenej analýzy vyplývajú možnosti úspor tepelnej ako i elektrickej energie. Navrhnuté boli úsporne opatrenia hlavne vo vzťahu k zlepšeniu energetickej náročnosti budovy, a to vo vzťahu k zmene tepelno-technických vlastností budovy a technického zázemia.

Navrhnuté varianty sú v rámci štúdie vyhodnotené po stránke ekonomickej a environmentálnej.

V Tab. 54 sú uvedené základné ekonomické hodnoty a množstvo emisií pri realizácii jednotlivých opatrení.



Tab. 54 Sumarizačná tabuľka hodnotenia

Označenie variantov	Úspora energie	Jednoduchá doba návratnosti	NPV	IRR	Zníženie emisií
	MWh/rok	Roky	€	%	t/rok
VARIANT	150,57	43,43	-153 524,87	0,00	55,38

Ekonomické prínosy sú kalkulované na základe bilančných cien energie uvedených v EA. Výška investičných nákladov a ekonomické hodnotenie jednotlivých variantov vychádza z obvyklých cien strojov, zariadení, stavebných materiálov a prác v dobe spracovania tohto energetického auditu. V ekonomickom hodnotení bola uvažovaná výška diskontnej sadzby 2,0%, spoločný nárast cien 5,5%.

## 9 SUMARIZAČNÝ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU

<b>ZÁKLADNÁ ŠKOLA S MATERSKOU ŠKOLOU</b> Oravská Polhora 481 029 47 Oravská Polhora	
Zaradenie spotrebiteľa energie podľa SK NACE	85 200
Celkový potenciál úspor energie [MWh]	150,6

### Súbor úsporných opatrení

Stručný opis odporúčeného variantu súboru opatrení

Zlepšenie tepelno-technických vlastností konštrukcií, rekonštrukcia vykurovania, rekuperácia, inštalácia malého zdroja elektrickej energie – fotovoltaikej elektrárne – FTVE 10,36 kWp Rekonštrukcia osvetlenia

Náklady na nákup energetických technológií [tisíc €]	317
Náklady na nákup vyrobených technológií [tisíc €]	
Celkové náklady na realizáciu súboru opatrení [tisíc €]	317

### Sumárne bilančné údaje

	Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel
Konečná spotreba palív a energie [MWh/r]	184,28	33,71	150,57
Náklady na energie v aktuálnych cenách [tisíc €]	9,41	2,11	7,301

	Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel
Znečisťujúca látka			
Tuhé znečisťujúce látky [t/r]	0,3235611	0,0567992	0,2667619
SO <sub>2</sub> [t/r]	0,3398737	0,0607279	0,2791458
NO <sub>x</sub> [t/r]	0,1502001	0,0277233	0,1224768
CO [t/r]	3,4026376	0,5951578	2,8074799
CO <sub>2</sub> [t/r]	67,4050962	12,0293876	55,3757086

### Ekonomické vyhodnotenie

Cash - Flow projektu [tisíc €/rok]	7,3	Doba hodnotenia [roky]	30
Jednoduchá doba návratnosti [roky]	43,4	Diskont [%]	2
Reálna doba návratnosti [roky]	96	NPV [tisíc €]	-154
		IRR [%]	0,0

Energetický audítor

Podpis



doc. Ing. Andrej Kapjor, PhD.

Dátum

jún 2022

# Súhrnný informačný list

Názov subjektu alebo obchodné meno, identifikačné číslo a sídlo:	
Obchodné meno	ZÁKLADNÁ ŠKOLA S MATERSKOU ŠKOLOU
Sídlo	
Ulica, popisné číslo	Oravská Polhora 481
PSC, mesto	029 47 Oravská Polhora
IČO	37813102
Štatutárny zástupca	Mgr. Marta Jurášková, riaditeľka
Meno, priezvisko a adresa trvalého pobytu alebo obdobného pobytu energetického audítora:	
Meno, priezvisko, titul	doc. Ing. Andrej Kapjor, PhD.
Adresa	013 23 Višňové 896
Zoznam opatrení na zlepšenie energetickej efektívnosti:	
Kombinácia opatrení: Zlepšenie tepelno-technických vlastností konštrukcií, rekonštrukcia vykurovania, rekuperácia, inštalácia malého zdroja elektrickej energie – fotovoltickej elektrárne – FTVE 10,36 kWp Rekonštrukcia osvetlenia	
Predpokladané úspory energie dosiahnuté opatreniami:	
Po realizácii súboru opatrení, na zlepšenie energetickej efektívnosti základnej školy s materskou školou v Oravskej Polhore sa predpokladajú úspory spotreby palív a energie vo výške 150,6 MWh/r, úspory na nákladoch na energie vo výške 7 300 Eur.	
Predpokladané finančné náklady na realizáciu opatrení:	
Pre realizáciu súboru opatrení, na zlepšenie energetickej efektívnosti základnej školy s materskou školou v Oravskej Polhore sa predpokladajú náklady vo výške 317 033 Eur. Náklady pokrývajú nasledovné opatrenia:	
<u>zlepšenie tepelno-technických vlastností konštrukcií,</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zateplenie obvodových stien, strechy</li> <li>• Výmena otvorových konštrukcií</li> <li>• Rekonštrukcia vykurovacej sústavy</li> <li>• Inštalácia rekuperácie</li> <li>• Inštalácia fotovoltickej elektrárne,</li> <li>• Rekonštrukcia osvetlenia.</li> </ul>	
Iné údaje:	



**SLOVENSKÁ REPUBLIKA**  
Slovenská inovačná a energetická agentúra

## POTVRDENIE

o účasti na aktualizácii odbornej príprave pre energetických auditorov  
podľa § 12 ods. 10 zákona č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti  
a o zmene a doplnení niektorých zákonov

**KAPJOR Andrej Doc., Ing., PhD.**  
**6.3.1979**

V Banskej Bystrici, 23. 11. 2020

  
**Dr. Ing. Kvetoslava Šoltésová, CSc.**  
riaditeľka odboru legislatívy, metodológie a vzdelávania